

THESE

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

SMÉTANKINE André

Né le 5 Octobre 1928 à Boulogne-Billancourt (Seine)

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE :

EQUIPEMENT D'UN ŒIL
PAR
VERRE SCLÉRAL MOULÉ

PRÉSIDENT : MONSIEUR LE PROFESSEUR G. OFFRET

THESE
POUR LE
DOCTORAT EN MEDECINE
(Diplôme d'Etat)

PAR
SMÉTANKINE André

Né le 5 Octobre 1928 à Boulogne-Billancourt (Seine)

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE :

EQUIPEMENT D'UN ŒIL
PAR
VERRE SCLÉRAL MOULÉ

PRÉSIDENT : MONSIEUR LE PROFESSEUR G. OFRET



PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Alajouanine (T.), Bénard (H.), Bernard (E.), Binet (L.), Bulliard (H.), Cathala (J.), Chabrol (E.), Chailley-Bert (P.), Cheymol (J.), Coste (F.), Debré (R.), Dechaume (M.), Gaillard (H.), Gaudard, Allaines (F. de), Gennes (L. de), Giroud (A.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Lacomme (M.), Lamy (M.), Laroche (G.), Lelong (M.), Lévy (M^{lle} J.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Maduro (R.), Marchal (G.), Mathieu (P.), Monod (R.), Moreau (R.), Moulonguet (P.), Pasteur Vallery-Radot, Petit-Dutaillis (D.), Plédelièvre (R.), Quénu (J.), Renard (G.), Senèque (J.), Strohl (A.), Tanon (L.), Turpin (R.), Verne (J.).

DOYEN Georges BROUET
1^{er} ASSESSEUR Daniel BARGETON
2^e ASSESSEUR Jean GOSSET

A. — CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

	MM.
Anatomie	DELMAS (A.)
—	HUARD (P.)
à titre personnel	CABROL (Ch.)
— —	OLIVIER (G.)
Anatomie et Cytologie pathologiques.	DELARUE (J.)
à titre personnel	NEZELOF (Ch.)
— —	ORCEL (L.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.-F.)
— —	DESGREZ (P.)
— —	POLONOVSKI (J.)
Chimie Pathologique	SCHAPIRA (G.)
à titre personnel	CARTIER (P.)
— —	DREYFUS (J.-Cl.)
Biologie médicale (à titre personnel).	BOURLIÈRE (F.)
— —	HARTMANN (L.)
Biophysique médicale	BUGNARD (L.)
— —	DJOURNO (A.)
— —	DOGNON (A.)
à titre personnel	KELLERSHOHN (L.)
— —	GOUGEROT (L.)
— —	ROUCAYROL (J.-Cl.)
Cancérologie expérimentale.	MATHÉ (G.)
Génétique fondamentale	LEJEUNE (J.)
Histologie et Embryologie	COUJARD (R.)
— —	TUCHMANN-DUPLESSIS (H.)
à titre personnel	RACADOT (J.)
Microbiologie.	FASQUELLE (R.)
Bactériologie et Virologie.	TOURNIER (P.)
à titre personnel	BARBIER (P.)

	MM.
Parasitologie	LARIVIÈRE (M.)
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.-P.)
à titre personnel	LÆPER (J.)
Pharmacologie	BOISSIER (J.-R.)
—	LECHAT (P.)
Physiologie	BARGETON (D.)
—	MALMEJAC (J.)
—	PARROT (J.)
à titre personnel	DEJOURS (P.)
Physiologie et biologie appliquée aux sports	SCHERRER (J.)

B. — CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

1^o MÉDECINE

Biologie médicale.	FAUVERT (R.)
Histoire de la Médecine et de la Chirurgie	COURY (Ch.)
Hygiène et Médecine préventive.	BOYER (J.)
Médecine du Travail.	DESOILLE (H.)
Médecine légale, droit médical et déontologie	DEROBERT (L.)
Pathologie exotique.	BRUMPT (L.-C.)
Pathologie médicale.	BUGE (A.)
— —	BRICAIRE (H.)
— —	CORNET (A.)
— —	HOUSSET (E.)
— —	LAROCHE (Cl.)
à titre personnel	AZERAD (E.)
— —	BOUR (H.)
— —	BROCARD (H.)
— —	CAROLI (J.)
— —	FACQUET (J.)
— —	LAMBLING (A.)
— —	LAUNAY (Cl.)
— —	PAYET (M.)
— —	PERRAULT (M.)
— —	SIGUIER (F.)
— —	WORMS (R.)
— —	BOUVIER (J.)
Pathologie respiratoire.	TURIAF (J.)
Pathologie et Thérapeutique générales	MAURICE (P.)
Thérapeutique	LAMOTTE (M.)
Thérapeutique appliquée.	MARCHE (J.)

Chaires de Cliniques :

Clinique cardiologique (Boucicaut)	LENÈGRE (J.)
— — (Broussais)	SOULIÉ (P.)
Clinique dermatologique (Saint-Louis)	DUPERRAT (F.)

	MM.	
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (Saint-Louis)	DEGOS (R.)	
Clinique endocrinologique (Pitié)	DECOURT (J.)	
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)	MOLLARET (P.)	
à titre personnel	BASTIN (R.)	
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte-Anne)	DELAY (J.)	
à titre personnel (neuro-psychiatrie)	PICHOT (P.)	
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)	CASTAIGNE (P.)	
Clinique neurologique (Salpêtrière)	GARCIN (R.)	
à titre personnel	LHERMITTE (F.)	
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)	
Clinique des maladies du sang (Broussais)	BERNARD (J.)	
à titre personnel (hématologie)	ANDRÉ (R.)	
— — —	BOUSSER (J.)	
— — —	DREYFUS (B.)	
Cliniques médicales	Bicêtre.	DEPARIS (M.)
	Broussais.	MILLIEZ (P.)
	Cochin.	PÉQUIGNOT (H.)
	Hôtel-Dieu	BARIETY (M.)
	Pitié.	DREYFUS (G.)
	Saint-Antoine.	BOUDIN (G.)
	—	CONTE (M.)
—	KOURILSKY (R.)	
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	JUSTIN-BESANÇON (L.)	
Clinique thérapeutique médicale (Saint-Antoine)	LEMAIRE (A.)	
Clinique et Séméiologie médicales (Antoine-Chantin)	DOMART (A.)	
Séméiologie médicale (Lariboisière)	BQUVRAIN (Y.)	
— — (Pitié)	RAMBERT (P.)	
— — (Rothschild)	WOLFROMM (R.)	
Clinique d'Hydrologie et de Climatologie (Bichat)	DEBRAY (Ch.)	
à titre personnel	GIBERTON (A.)	
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies métaboliques (Hôtel-Dieu)	DEROT (M.)	
Clinique néphrologique (Necker)	HAMBURGER (J.)	
à titre personnel	RICHET (G.)	
— —	CROSNIER (J.)	
Clinique de Génétique médicale (Enfants-Malades)	ROYER (P.)	
Clinique des maladies des enfants (Enfants-Malades)	MOZZICONACCI (P.)	
Clinique médicale infantile et de pédiatrie sociale (Enfants-Malades)	MARIE (J.)	
Clinique de pédiatrie (Trousseau)	BRISSAUD (H.)	
à titre personnel	LESOBRE (R.)	
Clinique de pédiatrie et de puériculture (Saint-Vincent-de-Paul)	THIEFFRY (S.)	

	MM.
Hygiène et Clinique de la première enfance (Trousseau)	LAPLANE (R.)
à titre personnel	POLONOVSKI (Cl.)
Clinique de pneumo-phthisiologie (Laennec).	BROUET (G.)
à titre personnel	KREIS (B.)
— —	MEYER (A.)
Clinique de rééducation motrice.	GROSSIORD (A.)
Electroradiologie	LEDOUX-LEBARD (M.)
—	LEFEBVRE (J.)
Radiologie médicale.	DESGREZ (H.)
à titre personnel	FISCHGOLD (H.)
— —	TUBIANA (M.)
— —	CHERIGIE (E.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin).	DELBARRE (F.)
Clinique rhumatologique (Lariboisière)	SÈZE (S. de)
Clinique toxicologique (Fernand-Widal)	GAULTIER (M.)

2° CHIRURGIE

Anesthésiologie.	VOURC'H (G.)
Pathologie chirurgicale	LAURENCE (G.)
— —	KUSS (R.)
— —	N...
à titre personnel	RAMADIER (J.)
Physiologie et pathologie obstétricales	MORIN (P.)
Technique chirurgicale et chirurgie expérimentale	MONSAINGEON (A.)

Chaires de Cliniques :

Clinique carcinologique (Gustave-Roussy)	DENOIX (P.)	
Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)	REDON (H.)	
à titre personnel	BRÉHANT (J.)	
Cliniques chirurgicales	Beaujon	LORTAT-JACOB (J.-L.)
	—	BAUMANN (J.)
	Cochin	LÉGER (L.)
	Hôtel-Dieu	PATEL (J.)
	Saint-Antoine	GOSSET (J.)
	Salpêtrière	SICARD (A.)
	Tenon	OLIVIER (Cl.)

	MM.
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	ROUX (M.)
Séméiologie et clinique chirurgicales (Broussais)	POILLEUX (F.)
— — — (Saint-Louis)	DEBEYRE (J.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique (Cochin)	MERLE D'AUBIGNÉ (R.)
— — — — (Foch)	PADOVANI (P.)
— — — — (Beaujon)	CAUCHOIX (J.)
Clinique traumatologique et orthopédique (Raymond-Poincaré)	JUDET (R.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)	FÈVRE (M.)
à titre personnel	CHIGOT (P.-L.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)	DUBOST (Ch.)
Clinique de chirurgie thoracique (Laennec)	MATHEY (J.)
à titre personnel	CAUDART D'ALLAINES (Cl. de)
Clinique chirurgicale et gynécologique (Broca)	HUQUIER (J.)
Clinique obstétricale (Baudelocque)	LEPAGE (F.)
— — (Saint-Antoine)	MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M.)
à titre personnel	LEBEAU (J.)
Clinique ophtalmologique (Cochin)	BRÉGEAT (P.)
— — (Hôtel-Dieu)	OFFREY (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M.)
Clinique stomatologique (Salpêtrière)	CERNEA (P.)
Clinique urologique (Cochin)	ABOULKER (P.)
— — (Necker)	COUVELAIRE (R.)

C. — PROFESSEURS SANS CHAIRE

	MM.		MM.
Anatomie	GILLOT (Cl.)	Médecine générale	AUSSANNAIRE (M.)
Anatomie pathologique	GOUYGOU (Ch.)	Maladies infectieuses	DUPONT (V.)
Bactériologie	CHRISTOL (D.)	Neuro-psychiatrie	TARDIEU (G.)
Bactériologie	LE MINOR (L.)	Pédiatrie	ROSSIER (A.)
Biochimie médicale	{ CARTIER (P.) GONNARD (P.) NORDMANN (J.)	Physique médicale	{ COURSAGET (J.) GREMY (F.) PELLERIN (P.)
Chirurgie	CERBONNET (G.)	Physiologie	{ DURAND (J.) GIRARD (Fr.) HUGELIN (A.)
Hématologie	{ BESSIS (M.) BILSKI-PASQUIER (G.)	Stomatologie	CHAPUT (M ^{me} A.)
Hygiène	{ BLANCHER (G.) CORRE-HURST (M ^{me} L.)	Pharmacologie	SCHMITT (H.)
Médecine légale	{ CECAL (P.) HADENGUE (A.) FOURNIER (E.)		

D. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

MM.

Pathologie chirurgicale RUDLER (J.) Pr. s. ch.

E. — PROFESSEURS ASSOCIÉS

Hormonologie	MORICARD (R.)
Statistique médicale et épidémiologie	SCHWARTZ (D.)
Néphrologie	MAXWELL (M.)

Secrétaire général de la Faculté M. LENA (J.)

Conseiller administratif Mlle CHAINTREUIL (G.)

Conservateur en Chef de la Bibliothèque.
Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine. } M. le Docteur HAHN (A.)

Conservateurs { Mme FORGET (F.),
Mlles DUMAITRE (P.), LAURENT (H.), LE NOIR (G.)

Bibliothécaires { Mmes CONTET (J.),
Mlles DUROZOY (M.-F.), ROBERGE (D.),
LE QUANG LINH (G.), REUGE (M.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

ATTENTION

Ne pas omettre, dans chaque **exemplaire de thèse**, l'impression, après les conclusions, du **permis d'imprimer**. Le dépôt des **105 exemplaires** (formats in-8° imprimé ou in-4° dactylographié) est effectué à la Bibliothèque qui en délivre reçu autorisant la consignation pour l'examen.

Les thèses, exceptionnellement dactylographiées en **6 exemplaires** (dépôt provisoire sous réserve de l'impression ultérieure avant remise du diplôme de doctorat) ou en **105 exemplaires** (dépôt définitif), doivent être de format in-4°, agrafées, paginées, recouvertes d'une chemise et comporter la même présentation. (Circulaires ministérielles du 5-1-1943 et du 23-7-1952).

Les exemplaires non conformes ne sont pas admis au dépôt.

A la mémoire de ma Mère .

A ma Femme,

En faible témoignage de reconnaissance
pour le soutien et l'affection qu'elle
a su m'apporter durant toutes mes
études .

A notre Maître,

Monsieur le Professeur Guy OFFRET

Professeur de Clinique Ophtalmologique à la Faculté de Médecine
de PARIS,

Ophtalmologiste des Hôpitaux,

Chevalier de la Légion d'Honneur,

Qui nous a fait profiter de son enseignement
précieux durant les trois années passées
dans son Service .

Qui nous a fait le grand honneur d'accepter la
présidence de cette thèse.

Qu'il trouve ici le témoignage de notre
profonde reconnaissance .

A Monsieur le Docteur Paul COCHET

Ophtalmologiste de l'Hôpital de GONESSE

Qui a bien voulu nous accueillir dans son
équipe,

Qui nous a inspiré le sujet de cette thèse
et nous a guidé, avec sa gentillesse
habituelle, dans l'élaboration de ce
travail .

Qu'il trouve ici le témoignage de notre
sincère reconnaissance.

PLAN

- INTRODUCTION
- HISTORIQUE DES PROCEDES DE MOULAGE DU GLOBE OCULAIRE
- INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS DES VERRES SCLERAUX MOULES
 - . Indications
 - . Contre-Indications
- TECHNIQUE D'EQUIPEMENT PAR VERRE SCLERAL MOULE

I.- PREMIERE SEANCE

Examen Médical

Empreinte du globe oculaire

Matériel

Technique

Difficultés. Incidents .

Contre-Empreinte

Matériel

Technique

Coque sclérale brute

Matériel .

Technique

Coque sclérale théorique

Matériel

Découpage et façonnage des bords

Dégagement limbique

II.- DEUXIEME SEANCE

Contrôle et retouche des bords

Transformation d'une coque inadaptable en coque
de moulage

Orifice d'aération

Dégagement central .

III.- TROISIEME SEANCE

Contrôle de l'adaptation par fluoroscopie .
Axe optique

Optique du verre scléral.

A.- Calcul de l'optique

1.- Calcul à partir de la réfraction établie
en lunetterie classique .

2.- Calcul à partir de la réfraction établie
par l'essai d'une lentille ou d'une
coque sclérale de puissance .

B.- Réalisation de l'optique

Matériel

Technique

IV.- QUATRIEME SEANCE

Contrôle de l'optique
Recommandations .

- SURVEILLANCE DE L'ADAPTATION

Fluoroscopie

Biomicroscopie

- CONCLUSIONS

- BIBLIOGRAPHIE .

INTRODUCTION

A la Consultation des verres de contact du Docteur P. COCHET à la Clinique Ophtalmologique de l'Hôtel-Dieu à PARIS, dirigée par le Professeur G. OFFRET, que nous fréquentons depuis deux ans, nous avons été fréquemment amenés à équiper des yeux très déformés surtout par traumatisme ou après intervention chirurgicale . La non sphéricité de ces globes oculaires, associée parfois à une déformation palpébrale, fréquente dans les traumatismes, est un obstacle insurmontable à l'adaptation de lentilles de contact. Seul, le verre scléral peut résoudre le problème . Entre les différents procédés de sa réalisation, nous avons choisi celui partant du moulage de l'oeil à équiper qui nous donne entière satisfaction . D'autres procédés utilisés actuellement sont plus difficiles . Ils demandent une grande virtuosité de la part du technicien, même très expérimenté, surtout quand la forme du globe s'éloigne de beaucoup des "shells" géométriques élaborés par les principaux fabricants et de celles des formes sphériques préconisées par certains .

En outre, nous nous sommes rendu compte de la nécessité absolue d'une surveillance médicale durant tout le processus d'adaptation, de A à Z . Rappelons que, dans les yeux très déformés on trouve fréquemment une tension anormale (élevée ou diminuée), que les plaies traumatiques donnent souvent des adhérences irido-cornéennes ou vitéo-cornéennes avec réaction endoépithéliales et que les cicatrices peuvent être le siège de néovascularisation . Dans ces cas, l'importance de la prise systématique de la tension oculaire, de la biomicroscopie et d'autres examens médicaux est évidente . Ces yeux déformés qui peuvent tirer un bénéfice énorme de l'optique de contact, capable de leur rendre une vision subnormale, risquent de perdre leur fonction par simple défaut de surveillance ou par surveillance incompétente par du personnel non médical, donc ophtalmologiquement non qualifié .

Le problème de l'équipement par verre scléral nous semble présenter un intérêt médical suffisant pour justifier le choix du sujet de notre thèse . Et nous nous proposons de décrire toutes les étapes de l'équipement d'un oeil par un verre scléral moulé suivant la technique employée dans le service . Cette technique, relativement simple et matériellement accessible à tout ophtalmologue, mérite, à notre avis, d'être connue .

Il est bien entendu que ce procédé qui s'est révélé si fructueux pour les yeux déformés peut être utilement étendu à l'adaptation des yeux peu ou non déformés .

HISTORIQUE
DES
PROCEDES DE MOULAGE
DU
GLOBE OCULAIRE

Depuis près d'un siècle, les ophtalmologues cherchent un procédé de reproduction fidèle de la forme du globe oculaire pour fabriquer des verres de contact . Un des premiers procédés utilisés fut le moulage . Mais il a fallu vaincre de nombreuses difficultés : d'abord l'absence de moyens d'insensibiliser l'oeil, et, après la découverte des anesthésiques locaux, la nécessité de trouver une matière appropriée au moulage sur le vivant, matière dépourvue de toute corrosivité chimique, ayant une température de liquéfaction supportable pour l'oeil, suffisamment plastique pour ne pas entraîner de déformations des tissus mous, se solidifiant rapidement et permettant une reproduction fidèle .

Les premiers essais de moulage ont pour but d'étudier la forme du globe oculaire en général, dont la connaissance faciliterait la fabrication de verres de contact standard .

FICK (Eugène) fabrique, en 1888, à ZURICH, des verres scléraux qu'il appelle "lunettes de contact". Après une série d'adaptations sur lapin, jugées satisfaisantes, il passe à l'expérimentation humaine . La première "lunette de contact" est faite d'après le moulage, au plâtre de Paris, sur cadavre. Essayée avec succès sur l'oeil gauche de l'auteur lui-même, elle sert de modèle pour la fabrication d'autres verres. Dix sujets bénéficient de cet équipement . La "lunette de contact" de FICK comprend une partie cornéenne d'un diamètre de 14 mm et d'un rayon de courbure de 8 mm, une base de 3 mm de large et d'un rayon de courbure de 15 mm.

MULLER (August) fait, en 1889, des essais de moulage d'oeil humain vivant, au plâtre de Paris. Ses essais ne semblent pas avoir été couronnés de succès .

Von CSAPODY (Istvan) à BUDAPEST réussit, en 1929, des moulages de l'oeil humain vivant, après expérimentation sur le chat, le cadavre et l'oeil humain aveugle . Il

emploie; pour ses moulages, le beurre de cacao, le blanc de baleine, les cires et enfin un mélange à parties égales de deux paraffines dénommées 42 et 56 degrés, se solidifiant au-dessous de 38 à 40°. Sa technique est la suivante : sur l'oeil anesthésié à la cocaïne, il place un tube de verre qui sert à la fois de forme et d'écarteur et, après avoir instillé une goutte d'huile de sésame, il fait couler dans ce tube le mélange de paraffines, liquéfié au bain marie, jusqu'à une hauteur de 5 mm et complète ensuite le remplissage avec le même mélange refroidi pour accélérer la solidification .

Plus tard, de nombreux ophtalmologistes tentent de faire des moulages sur l'oeil même du sujet auquel le verre scléral est destiné pour fabriquer des verres sur mesure .

PRISTER (Bruno) à TRIESTE emploie, en 1933, de la cire de dentiste. Son porte-empreinte se compose d'un anneau de forme elliptique de 2,5 cm x 2 cm dont le bord inférieur, concave suivant le grand axe, supporte la cire et dont le bord supérieur est réuni à deux tiges verticales reliées en leur sommet . Une feuille de cire réchauffée est appliquée sur l'oeil anesthésié dont les paupières sont maintenues par des écarteurs . Un coton monté, trempé dans de l'eau chaude, modèle à trois ou quatre reprises la cire sur le globe . On refroidit avec le coton mouillé dans de l'eau froide et l'ensemble cire-porte-empreinte est retiré de l'oeil. Un contre-moulage est réalisé rapidement en appliquant la cire sur du plâtre non encore solidifié . Malheureusement, ce procédé de moulage n'est pas suffisamment fidèle et ne peut donner qu'une indication grossière de la forme de la cornée et de la sclère.

DALLOS (Joseph) à BUDAPEST réalise, en 1933, des moulages dont la technique diffère peu de celles employées actuellement . Il fait ses moulages avec du Négocolle. C'est une matière colloïde hydrophile qui ressemble à une sorte de bouillie homogène lorsqu'on la réchauffe avec de l'eau. Cette masse, appliquée à la température de l'oeil, se solidifie en 30 à 60 secondes, suivant la teneur en eau, et donne une reproduction très fidèle . Pour faire l'empreinte, l'auteur

procède de la façon suivante : le porte-empreinte qui est un verre de MÜLLER, se rapprochant le plus de la forme de l'oeil du patient, est rempli à moitié avec de la bouillie de Négocolle. Le verre est posé sur l'oeil préalablement cocaïné, le sujet fixant une direction déterminée . Le Négocolle solidifié, on repère le bord nasal et on retire l'empreinte pour en faire une contre-empreinte avec du Hominit fondu au bain-marie .

Le procédé de moulage est devenu plus facile depuis l'emploi des Alginates, déjà connus en dentisterie . Il s'agit de produits plus maniables que le Négocelle, se solidifiant non par refroidissement, mais par réaction entre Alginate et eau .

INDICATIONS
et
CONTRE INDICATIONS
des
VERRES SCLERAUX
MOULÉS

Il est important pour un ophtalmologue de savoir bien choisir les cas pouvant bénéficier du verre scléral. Nous avons donc essayé de réunir les principales indications de ces verres .

I N D I C A T I O N S

Un moulage du segment antérieur du globe oculaire permettant une réalisation de verre scléral "sur mesure" se montre indispensable chaque fois qu'on a affaire à un oeil très déformé, tels:

- . Kératocônes très évolués, K III ou K IV dans la classification d'AMSLER ,
- . Cornéa-plana ,
- . Astigmatismes forts, supérieurs à 6-8 dioptries ,
- . globes atrophies ,
- . déformations du globe oculaire après traumatisme avec cicatrices scléro-limbiques, limbiques ou cornéennes ,
- . Déformations post-opératoires
 - chez les aphaques avec bourrelet ,
 - chez les glaucomateux avec bulbe de filtration fragile ,
 - après kératoplasties .

Dans toutes les autres indications des verres scléraux le procédé de moulage n'est pas absolument indispensable mais se justifie pleinement :

- . en cas d'anomalies palpébrales par :
 - paupières trop lâches ,

- trichiasis ,
 - entropion,
 - ptosis.
-
- . en cas de fragilité cornéenne excessive ,
 - . en cas d'albinisme, d'aniridie,
 - . chez les sujets dont la maladresse ne permet pas de manipuler les lentilles ,
 - . chez les sportifs pratiquant la natation ou un sport violent,
 - . chez les sujets travaillant dans une atmosphère empoussiérée.

CONTRE - INDICATIONS

Les contre-indications sont peu nombreuses et ne sont pas toutes absolues .

- L'âge du sujet. On ne peut pas équiper par un verre scléral un sujet trop jeune. Jusqu'à 5 à 6 ans, l'enfant doit être corrigé par des lentilles molles qui, malgré leur imperfection optique, permettent de temporiser en maintenant un niveau d'acuité visuelle suffisant pour éviter une amblyopie.

- L'allergie au verre scléral est beaucoup plus rare que celle aux lentilles de contact. Cependant une enquête allergologique systématique doit être faite au cours du premier examen médical. Par l'interrogatoire, on recherche l'existence d'une intolérance aux matières synthétiques (nylon, plastiques, etc.) et d'autres manifestations allergiques tant personnelles que familiales : asthme, coryza spasmodique, eczéma, urticaire . Au moindre soupçon, on pratiquera des tests : recherche du pouvoir histaminopexique, tests cutanés au polyméthacrylate de méthyle, tests intra-dermiques à certaines moisissures chimiquement proches du polyméthacrylate de méthyle (Saccharomycès, Candida, Fusarium).

- Le noevus conjonctival interdit le port du verre scléral par risque d'irritation .

- Tout état inflammatoire du segment antérieur de l'oeil et de ses annexes, aussi bien aigu que chronique, interdit l'usage du verre scléral. Cette contre-indication disparaît évidemment avec la guérison de l'affection .

- La présence de folliculose ou de concrétions calcaires conjonctivales n'est qu'une contre-indication temporaire . Un verre scléral peut être parfaitement supporté après leur ablation (grattage précédé d'électro-coagulation ou, mieux, cryocoagulation).

- Les taies cornéennes vascularisées donnant un astigmatisme irrégulier ne sont pas une contre-indication, à condition de pouvoir surveiller régulièrement le sujet. Leur adaptation demande un surcroît de précision .

- Les affections graves, telles que myopie forte, glaucome opéré ou non, décollement de rétine réappliqué depuis au moins six mois, ne sont aucunement des contre-indications au port des verres scléraux .

TECHNIQUE D'EQUIPEMENT

par

VERRE SCLERAL MOULÉ

La technique de l'équipement d'un oeil par un verre scléral moulé comporte schématiquement cinq phases successives :

- Moulage ou prise de l'empreinte du globe oculaire .
- Contre-empreinte en plâtre .
- Coque sclérale brute ou "Shell" brute. " Shell" est un terme anglo-saxon synonyme de coque, l'un ou l'autre pouvant être employé indifféremment .
- Coque sclérale théorique ou "shell" théorique .
- Verre scléral définitif assurant la correction optique .

Mais comme pour réaliser cet équipement on est obligé de faire revenir le sujet au moins à quatre reprises, il nous a paru plus commode, sur le plan pratique, de diviser la description de cette technique en quatre chapitres, chacun d'eux correspondant à une séance débutant par une consultation suivie d'un travail au laboratoire en dehors de la présence du patient .

Avant d'aborder la technique de l'équipement proprement dite, il nous paraît utile de rappeler quelques définitions et abréviations concernant un verre scléral moulé. Il s'agit d'une cupule en matière plastique (polyméthacrylate méthyle) qui doit épouser la face antérieure du globe oculaire d'un cul de sac à l'autre. Elle se compose de trois parties distinctes : (Voir FIG.1)

- une partie optique ou cornéenne,
- une zone de transition à cheval sur le limbe et
- une partie sclérale ou "haptique" prenant appui sur la conjonctive sclérale

Chacune de ces parties comprend plusieurs paramètres.

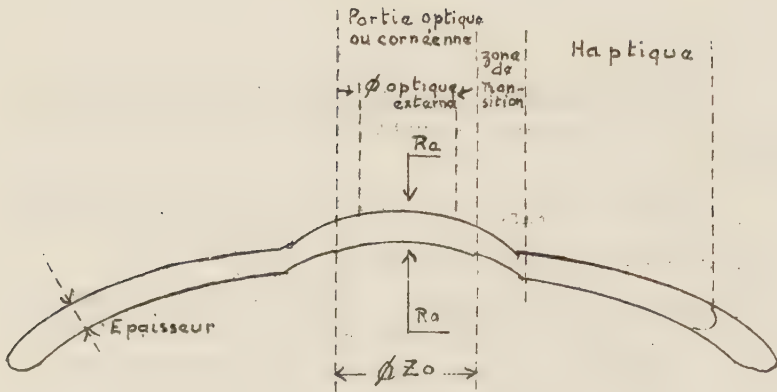
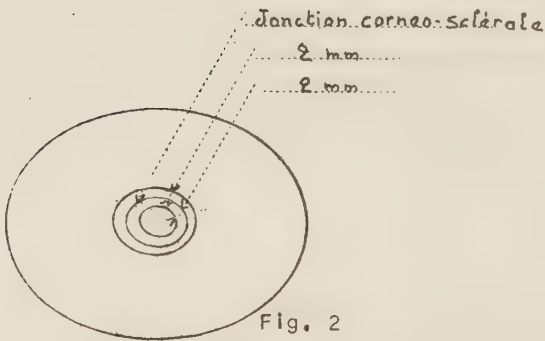


Fig. 1 VERRE SCLERAL MOULE
(coupe en profil)



ZONE DE TRANSITION
(vue de face)

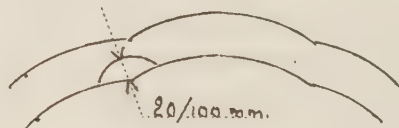


Fig. 3 ZONE DE TRANSITION
(coupe de profil)

- POUR LA PARTIE OPTIQUE .

Le diamètre de la face interne (Z_0) est fonction du diamètre cornéen du sujet .

Le diamètre de la face externe, centrée par rapport à la pupille, mesure 10 mm sauf pour les très grandes amétropies où il est plus petit .

Le rayon de courbure de la face interne (R_0) est choisi en fonction du rayon de courbure de la cornée, il a 10 à 30/100 mm de plus que le rayon le plus plat de la cornée .

Le rayon de courbure de la face externe (R_a) est fonction de la correction optique nécessaire, compte tenu du dioptre des larmes .

- POUR LA ZONE DE TRANSITION.

Le dégagement limbique est à cheval sur la partie cornéenne et sclérale du verre. Il a une largeur moyenne de 2mm sur ces deux zones, soit 4 mm au total, et une profondeur de 20/100 mm (FIG. 2 et 3).

- POUR L'HAPTIQUE .

Le diamètre se mesure suivant les deux axes principaux à l'aide de l'esthésiomètre modifié . L'épaisseur du verre non retouché est de 50 ou 100/100 mm pour le myope et de 150 ou 200/100 mm pour l'aphaque .

PREMIERE SEANCE

La première consultation du candidat au port de verres scléraux chez l'ophtalmologue comporte deux parties : l'examen médical et la prise de l'empreinte. Les travaux suivants, la réalisation de la contre-empreinte en plâtre, de la coque sclérale brute à partir de cette contre-empreinte et le début de sa transformation en coque sclérale théorique, ne nécessitent plus la présence du patient et peuvent être faits au laboratoire après son départ .

EXAMEN MEDICAL

Un examen ophtalmologique classique est absolument indispensable dans tous les cas. Il permet de confirmer l'indication du verre scléral et de s'assurer de l'absence de toutes contre-indications temporaires ou définitives . En outre, il met en évidence tous les points pathologiques à surveiller ultérieurement. L'interrogatoire s'attachera à dépister les signes éventuels d'intolérance allergique . L'examen du segment antérieur et des annexes du globe oculaire sera particulièrement attentif pour apprécier l'état des conjonctives, de la cornée, du limbe .

La correction optique nécessaire est déterminée soit en lunetterie classique, soit par l'essai de lentilles de puissance qui donne une indication précieuse sur le gain d'acuité visuelle que pourra donner le verre scléral .

Au cours de cette première visite, on prendra également les mesures nécessaires à la réalisation technique de la coque .

1.- La distance du verre de lunettes à l'oeil sera mesurée avec le maximum de précision, surtout pour les

grandes amétropies, en mettant en place une coque sclérale d'épaisseur connue et par devant une monture d'essai munie de son verre correcteur, Puis on remplace le verre par une fente sténopéique à travers laquelle on glisse un reglet millimétré jusqu'à la coque. A la distance trouvée sera ajoutée l'épaisseur de la coque. Il existe aussi des montures d'essai comportant un réglet millimétré le long des branches pour mesurer la distance verre-œil, par visée latérale. Mais ce procédé, plus simple, est malheureusement moins précis que le précédent.

La mesure de la distance verre-œil est évidemment inutile si la réfraction est établie à partir de lentilles de puissance.

2.- Les deux rayons cornéens principaux seront mesurés à l'aide d'un ophtalmomètre, soit du type HELMHOLTZ (kératomètre topographique de BONNET) soit du type JAVAL. On étalonnera périodiquement ces appareils par des mesures comparatives sur billes d'acier calibrées pour avoir le maximum de précision.

Il se révèle très important de noter avec beaucoup de soins, et dès le début, tous les résultats des examens. Nous constituons donc pour chaque cas un dossier sous forme d'un petit carnet individuel. Sur sa couverture, nous inscrivons le nom, le prénom et l'adresse du sujet et sur la première page la date de la première consultation, un bref résumé de l'histoire clinique, les résultats de l'examen médical, la réfraction avec la distance verre de lunettes - œil, les rayons cornéens et, éventuellement, les résultats d'essais de lentilles de contact. Les pages suivantes comportent des schémas de verre scléral reproduit au tampon. A chaque essai, nous inscrivons la date, les résultats et nous marquons sur le schéma les retouches à faire.

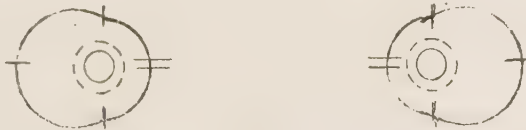


FIG. 4

Schéma du verre scléral reproduit par tampon.

EMPREINTE DU GLOBE OCULAIRE

On appelle empreinte le moulage en creux réalisé sur l'oeil du sujet. C'est une reproduction négative de la forme de l'oeil.

M A T E R I E L

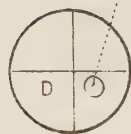
- Les matières employées actuellement pour le moulage sont des Alginates . Ce sont des extraits d'algues ayant des propriétés hydro-colloïdales qui se solidifient en quelques minutes à la température du corps humain , Ils sont commercialisés sous des noms différents . Celui qu'on a l'habitude d'employer dans le service a l'avantage de comporter un indicateur coloré . Au contact de l'eau, il devient violet, puis vire au rose et ensuite au blanc .

- Quelques collyres : anesthésiques à 0,40 % et 1 %, désinfectants .

- Des flacons contenant de l'eau distillée, du sérum physiologique, une solution désinfectante n'irritant pas l'oeil, un agent mouillant pour nettoyer les coques porte - empreinte et, enfin, une solution aqueuse d'alun de potassium à 5 % .

tube
d'arrivée

- Un petit matériel de laboratoire comportant :



• Un jeu de coques ou "Shell" porte-empreinte (FIG.5)

Ces coques sont perforées et comportent un support en tube creux permettant l'injection du produit. On peut, soit les acquérir dans un laboratoire spécialisé, soit les fabriquer soi-même. Elles sont référencées

Fig. 5

COQUES PORTE-EMPREINTES

on diamètres de base, leur hauteur étant proportionnelle à ce diamètre . Nous avons un assortiment de 20 à 29 mm, soit 10 coques droites et 10 coques gauches . La coque de droite ne peut pas servir à mouler un oeil gauche et vice versa, car l'orifice d'injection de la matière à mouler doit se situer dans le quadrant inféro-nasal, les culs de sac inférieurs et nasaux étant moins profonds que les culs de sac supérieurs et temporaux. Ces orifices doivent avoir un diamètre de 2 mm et être polis à leurs deux extrémités.

- Un support de coques porte-empreinte d'un modèle ordinaire ou simplement une boîte en carton percée de trous, permettant une inclinaison correcte pour couler le plâtre .

- Des seringues en matière plastique de 5 ml dont les embouts s'adaptent aux tubes des coques porte-empreintes .

- Une dizaine de petits bols en matière plastique d'un diamètre de 6,5 cm sur une hauteur de 5,5 cm pour spatuler le produit à injecter, mélanger le plâtre, recueillir les différentes solutions .

- Des spatules - abaisse-langue en bois, plastique ou métal .

- Des flacons-dose dans lesquels nous mettons à l'avance 2,5 g. d'Alginate dans les uns et 5,5 g d'eau distillée dans les autres .

- Un flacon-verseur en plastique contenant de l'eau distillée, car malgré la précision des flacons-doseurs, une sécheresse de l'air ambiant nécessite parfois une adjonction d'eau.

- Des crayons dermatographiques de trois couleurs différentes : bleu pour l'oeil droit, rouge pour l'oeil gauche et blanc pour indiquer les retouches .

TECHNIQUE

La prise de l'empreinte s'effectue sur le sujet assis de préférence dans un fauteuil inclinable de type dentaire, l'appui-tête bien orienté pour diriger le regard droit devant soi. L'oeil doit être immobile et conserver une convergence d'environ 15° qu'on obtient en faisant fixer un point déterminé distant de 35 cm. Par précaution, il est préférable de repérer la position de l'oeil congénère donnant une convergence satisfaisante de l'oeil sous cache par un trait de crayon gras sur la paupière inférieure dans l'alignement de la pupille, car les sujets hétérophoriques n'ont pas une convergence symétrique de l'oeil sous cache. Le sujet ainsi installé, on anesthésie l'oeil à mouler par une goutte de collyre anesthésiant à 0,40 % puis, une fois la gêne passée, une goutte à 1 % .

Par superposition à l'oeil, on choisit dans l'assortiment des coques porte-empreintes la coque la plus grande ne forçant pas la fente palpébrale et on l'introduit de la manière suivante. En faisant regarder le sujet en bas, on soulève la paupière supérieure et on introduit à fond le pôle supérieur de la coque. Puis en le faisant regarder en haut, on abaisse la paupière inférieure et on la relâche sur le pôle inférieur de la coque . On s'assure que la coque glisse librement sur la conjonctive , en lui imprimant de légers mouvements latéraux et verticaux et on vérifie que la caroncule n'est pas écrasée. Ensuite, on apprécie de combien il faut tirer sur la coque pour la décoller du plan oculaire. Ces manoeuvres se font avec la main gauche dont la paume est appuyée sur le front du patient .

Le porte-empreinte mis en place, on prépare la substance à injecter dans un petit bol en matière plastique, dans lequel on verse un flacon - dose d'Alginate et un flacon-dose d'eau distillée. Si on opère dans un local surchauffé, on a intérêt à conserver l'eau distillée au frais pour ralentir la prise du mélange . On tient le bol dans la paume de la main gauche, le piston de la seringue entre l'index et le

médus et le corps de la seringue entre le médus et l'annulaire et on malaxe énergiquement le contenu du bol avec une spatule, tenue de la main droite, pour obtenir une masse homogène semi-liquide . Cette masse, violette au début, devient progressivement rose, puis blanche . Au rose, on remplit la seringue et on injecte environ 3 cc de pâte dans la coque maintenue légèrement décollée et animée d'un discret mouvement circulaire assurant une répartition régulière . Il faut terminer l'injection avant que la pâte ne devienne blanche, couleur indiquant la prise de l'Alginate . A ce moment, on arrête le mouvement circulaire, mais on maintient la coque décollée jusqu'à semi-solidification . Pendant tout ce temps et jusqu'à solidification complète, soit pendant environ deux minutes, le sujet fixe son doigt dans la direction qui donne la bonne convergence .

Après avoir marqué au crayon gras le repère nasal (bleu pour l'oeil droit et rouge pour l'oeil gauche), on enlève minutieusement l'empreinte obtenue en évitant l'emploi de tout instrument rigide . On commence par libérer les cils inclus dans la préparation en excès, puis en faisant regarder en haut, on abaisse la paupière inférieure, on décolle doucement l'empreinte et on sort l'ensemble empreinte-coque par glissement vers le bas . Sur la pièce retirée, on apprécie la qualité de l'empreinte : intégrité des perles sur la face externe, absence de bulles d'air, de hiatus, de fentes, de manque de matière (fréquente dans le quadrant supéro-externe) sur la face interne, centrage correct de la partie cornéenne (un décentrement se produit chez le sujet se mettant en sursum vergence au moment du moulage), régularité d'épaisseur de l'empreinte . Si on décèle le moindre défaut, il vaut mieux refaire tout de suite un nouveau moulage . Si l'empreinte paraît satisfaisante, on la plonge immédiatement pendant dix minutes au maximum dans une solution d'alun à 5 % pour rendre sa surface plus lisse . Alors, on revient au patient et on vérifie qu'il ne reste pas des débris de pâte dans les culs de sac . Si nécessaire, on fait un lavage au sérum physiologique et on termine la consultation par une instillation de quelques gouttes de collyre désinfectant .

DIFFICULTÉS - INCIDENTS

La prise de l'empreinte est techniquement facile et ne présente aucun danger .

La difficulté vient le plus souvent du patient qui a peur et qui a du mal à maintenir son regard immobile .

Avant de procéder au moulage, on rassurera le patient, en lui expliquant toute l'inocuité et l'indolence de l'opération . Aux enfants et aux sujets particulièrement pusillanimes, on fera prendre un anxiolytique la veille et 1 à 2 h. avant la séance. Il est tout à fait exceptionnel qu'avec un peu de patience on ne réussisse pas et qu'on soit obligé de recourir à l'anesthésie générale .

Un autre problème est posé par le patient qui ne peut pas fixer correctement, soit parce qu'il s'agit d'un sujet "phorique" dont l'oeil sous moulage change de position, soit parce qu'il s'agit d'un monophthalme . Chez les sujet "phorique" on repère sur la paupière inférieure de l'oeil congénère, la position de la pupille correspondant à une convergence de 15° de l'oeil sous cache à mouler . La coque porte-empreinte mise en place, l'autre oeil fixera le point situé dans l'alignement pupille - marque sur la paupière . Pour le monophthalme, la fixation sera obtenue à l'aide d'un conducteur de lumière placé à l'extrémité du tube injectant l'Alginate. Cette source de lumière est perçue à travers la couche de matière, même solidifiée .

La seule complication du moulage proprement dit, observée parfois, est une légère irritation se manifestant le plus souvent par une rougeur conjonctivale . On voit, plus rarement, des érosions cornéennes dues à une fausse manoeuvre ou à une fragilité excessive de l'épithélium. Ces incidents sont tout à fait bénins ; le lendemain, tout rentré dans l'ordre, d'autant plus qu'on aura pris la précaution d'instiller systématiquement un désinfectant après le moulage .

En plus, on peut voir des lipothymies, incident courant en pratique médicale. En cas de pâleur et de ralentissement du pouls, on interrompt l'opération, on allonge le patient par bascule du fauteuil inclinable, on frictionne les tempes à l'alcool . Si nécessaire, on pratique une injection sous-cutanée de solucamphre . Aux patients qui, à l'interrogatoire, se révèlent être sujets à des lipothymies, on fera prendre un comprimé de coramine-glucose avant de commencer le moulage .

CONTRE — EMPREINTE

On appelle contre-empreinte la reproduction de la forme de l'oeil obtenue en coulant une substance dans l'empreinte, du plâtre dans notre cas. La contre-empreinte est une reproduction positive de la forme de l'oeil.

M A T É R I E L

- Un plâtre spécial qui doit assurer une grande fidélité de reproduction de la forme, résister à une certaine pression et supporter une température de l'ordre de 140° . Le plâtre ordinaire, appelé "plâtre de Paris", ne convient pas, car il est trop friable. Nous utilisons un plâtre-pierre, plâtre artificiel très dur.

- Un vibreur pour chasser les bulles d'air emprisonnées par le plâtre : diapason ORL de 125 périodes/sec.

- Un bistouri à lames interchangeable.

- Une lime métallique plate.

- Une boîte en plastique pour conserver et éventuellement transporter les contre-empreintes. Nous avons des boîtes de $6 \times 5,5 \times 2$ cm dont le fond est garni d'un rectangle de mousse plastique.

T E C H N I Q U E

On sort de la solution d'alun l'empreinte fixée à la coque et on fait la contre-empreinte sans tarder, car l'empreinte se dessèche rapidement et perd toute fidélité. Dans un bol, on met une petite quantité de plâtre à laquelle on ajoute à peu près le même volume d'eau. On malaxe le tout avec une spatule pour obtenir une pâte homogène assez liquide qu'on verse en s'aidant de la spatule, dans le creux de l'empreinte dont la base est maintenue horizontalement par le support de

coques porte-empreintes. Il faut remplir généreusement l'empreinte, mais ne pas la déformer par excès de manipulations à la spatule. On évite l'emprisonnement des bulles d'air dans le plâtre en lui communiquant un léger mouvement vibratoire produit par un diapason en marche, posé sur le même support. On retire le diapason dès la disparition des bulles d'air venant crever la surface du plâtre. En atmosphère chaude, le plâtre met environ une heure pour durcir, on peut ramener ce temps à dix ou quinze minutes, en se servant d'un ventilateur. Le plâtre durci, on sépare l'empreinte de la contre-empreinte obtenue, après avoir reporté le repère nasal par un trait bleu pour l'oeil droit, rouge pour l'oeil gauche.

L'empreinte qui ne peut servir qu'une seule fois n'est plus utile et peut être jetée. Il ne reste plus qu'à faire la toilette du plâtre pour rendre la contre-empreinte utilisable. Avec un bistouri, on gratte le superflu du plâtre ayant dépassé les limites du moulage, en respectant scrupuleusement l'infrastructure du moulage (rides qui correspondent à des plicatures de la conjonctive, traces de cicatrices, etc.) On gratte également les aspérités de la base pour obtenir une surface parfaitement plane et on termine par un polissage des bords à la lime. Il est préférable de ne pas attendre un durcissement avancé du plâtre pour en effectuer la toilette.

Sur la base de la contre-empreinte, maintenant terminée, on marque les initiales du patient et on range la contre-empreinte dans une petite boîte, sur le couvercle de laquelle on inscrit le nom et le prénom en entier. Avec un élastique, on fixe le carnet individuel à cette boîte.

COQUE SCLÉRALE BRUTE

On appelle coque sclérale brute le moulage en matière plastique de la contre-empreinte en plâtre. C'est une reproduction négative de la forme de l'œil. Cette coque brute est destinée à devenir le verre scléral définitif.

MATÉRIEL

- Des plaques en matière plastique. Nous utilisons le polyméthacrylate de méthyle, qualité chirurgicale, inoffensive pour l'œil, qui est polymérisé sans catalyseur, ni plastifiant, ni durcisseur. C'est une matière thermoplastique qui se façonne entre 120 et 140°. Au-dessous de 120°, elle n'est pas suffisamment malléable et, au-dessus de 150°, elle se dégrade et devient le siège de bulles au sein de la matière. Elle conserve la forme qu'on lui a imprimée, à condition que le refroidissement jusqu'à une température inférieure à 60° ait lieu sous presse. Il ne faut pas accélérer artificiellement ce refroidissement sous peine de voir apparaître des forces de tension interne. Le polyméthacrylate de méthyle se présente sous forme de grandes plaques en 1 à 2 mm d'épaisseur. Comme pour fabriquer les verres scléraux on a besoin de petites pièces arrondies d'environ 5 cm de diamètre, on est obligé de débiter ces grandes plaques. Nous les découpons au filicoupeur électrique en carrés dont on arrondit les angles avec une pince coupante.

- Un porte-plaque spécial, comportant une partie métallique, destinée à serrer uniformément les bords de la plaque plastique, et une poignée isolante.

- Un filicoupeur électrique.

- Un système de chauffage des plaques. A priori, n'importe quel système de chauffage peut être utilisé. Nous nous servons d'une lampe à rayons infra-rouges qui a l'avantage d'être peu onéreuse et d'assurer une chauffe très rapide. C'est une simple ampoule à infra-rouge de 250 watts, introduite dans un cylindre métallique de 25 cm de hauteur et de 14 cm de diamètre. Dans le couvercle, également en métal, est percé un trou

arrondi sur lequel on pose la plaque à chauffer, recouverte d'un capuchon amovible. La durée du chauffage est établie empiriquement une fois pour toutes, en soumettant des plaques à une action de plus en plus brève. On retient la durée nécessaire pour obtenir une matière malléable, exempte de bulles, assurant des moulages fidèles. L'absence de bulles se juge à la loupe, la fidélité de reproduction par contrôle, au kératomètre, du moulage d'une bille calibrée. Pour notre lampe, la durée de chauffe est de 2 mn 30 pour une plaque de 1 mm et de 3 mn 30 pour une plaque de 2 mm.

- Une presse.

Il existe de nombreux systèmes de pressage. Tous sont bons, à condition de permettre des manoeuvres rapides, car la plaque de plastique chauffée durcit rapidement, et de maintenir une pression constante pendant quelques minutes. La pression demandée est faible, elle n'excède guère 15 kg pour pratiquer le moulage d'une plaque de plastique de 1 mm d'épaisseur, même sur une contre-empreinte de grande dimension.

1.- Pour un pressage manuel, il faut :

- . un tube métallique de 3,5 cm de diamètre servant de cylindre presseur,
- . un support métallique de 1,8 cm de diamètre et de 0,8 cm de hauteur et
- . un socle en bois d'environ 6 x 8 x 20 cm.

2.- Pour un pressage mécanique :

- . un bâti pour perceuse électrique légèrement transformé : la perceuse est remplacée par un cylindre presseur, un cran d'arrêt disposé à hauteur convenable permet de bloquer le levier de la presse en position basse et de maintenir une pression constante.

3.- Un système couplant une lampe de chauffage à la presse est actuellement en expérimentation dans le service.

TECHNIQUE

1.- Pressage manuel

On pose la contre-empreinte en plâtre, sur la face externe de laquelle est marqué le repère nasal, sur le support métallique et l'ensemble sur un socle en bois . Le cylindre de pression se trouvant à portée de la main, on chauffe sur la lampe la plaque en matière plastique qu'on aura auparavant introduite et bien serrée dans le porte-plaque . Le chauffage terminé, on pose rapidement, avec la main gauche, la plaque sur la contre-empreinte en observant un bon centrage puis on applique immédiatement, avec la main droite, le cylindre presseur et on maintient avec les deux mains la pression pendant deux minutes .

2.- Presse mécanique

La plaque est introduite dans le porte-plaque, chauffée et posée au-dessus de la contre-empreinte de la même façon que précédemment. On se sert du même support métallique, le socle en bois devient inutile. La main gauche amène le porte-plaque, bien centré, au contact du cylindre presseur et la main droite baisse le levier de la presse jusqu'à la fin de la course . Le levier bloqué, la plaque est laissée sous presse pendant au moins deux minutes .

3.- Système couplant le chauffage et le pressage .

On amène le porte-plaque, chargé comme précédemment, mais rendu solidaire avec le système, au-dessus de la lampe. L'abaissement d'un levier l'amène automatiquement au-dessus de la contre-empreinte et assure le pressage .

Dans tous les cas, quel que soit le système de pressage, on n'oubliera pas, dès que le cylindre presseur est relevé, de reporter immédiatement le repère nasal au crayon gras. Une fois la coque séparée de la contre-empreinte, on dessine le pourtour du moule scléral, dont les limites peuvent être mises en relief par examen de la coque devant une source lumineuse .

COQUE SCLÉRALE THÉORIQUE

La coque brute qui a l'aspect d'une plaque dont le centre épouse les formes de la contre-empreinte, doit subir une série de transformations pour être adaptée à l'oeil, c'est-à-dire devenir coque sclérale théorique. Cette coque est théorique, car elle n'apporte pas encore de correction optique. Elle deviendra coque définitive quand on aura taillé une surface optique sur sa face externe.

Pour obtenir une coque sclérale théorique, il faut donc :

- enlever la partie périphérique ne concernant pas le moulage de l'oeil et façonner les bords,
- creuser la face interne de la zone de transition, car un appui sur le limbe cornéo-scléral provoque une gêne douloureuse,
- percer un orifice d'aération à la limite du limbe pour faciliter la circulation et l'oxygénation des larmes,
- creuser la face interne de la partie optique afin d'éviter une asphyxie cornéenne.

Ainsi, on dégagera le limbe et la cornée, de sorte que la coque ne s'appuiera plus que sur la conjonctive bulbaire richement vascularisée et peu sensible. L'espace ainsi formé se remplira de larmes.

De ces quatre opérations, seuls le façonnage des bords et le dégagement limbique peuvent se faire avant une nouvelle visite du patient et seront donc décrites dans ce chapitre.

MATÉRIEL

- Un moteur à deux vitesses de 1500-2000 tours/mn dont l'arbre à cônes horizontal porte d'un côté une meule en carborandum blanc pour la mise au diamètre

de la coque et de l'autre côté - un disque en tissu enduit de pâte à polir rouge pour les bords de la coque .

- Un ensemble pour fraisage dentaire composé d'un moteur de 2000 - 12000 tours/mn à commande par pédale ; d'une pièce à main, de préférence à serrage automatique, facilitant le passage d'un outil à l'autre, d'un bras flexible de transmission reliant la pièce à main au moteur et des outils de fraisage, de doucissage et de polissage suivants : fraise - boules de 2, de 4,5 et de 7 mm de diamètre, "soft-point", pointe en caoutchouc durci (pointe "midget") et feutres circulaires de 12 à 16 mm de diamètre, enduits les uns de rouge à polir (gros grain), les autres de bleu à polir (grain fin). Les outils de fraisage et de doucissage peuvent être remplacés par deux outils en diamant, l'un pour l'ébauche, l'autre pour la finition .

- Un touret à vitesses variables pour le rodage et le polissage du dégagement central .

- Un assortiment de "balles à roder" enduites de pâte à roder ou, mieux, des "balles diamant" humidifiées à l'eau distillée, plus coûteuses mais employées sans pâte à roder.

- Un matériel de polissage. Il existe plusieurs possibilités : assortiment de "balles à polir" recouvertes de feutre autocollant ou polissoirs en cire qui peuvent soit être mis au rayon désiré sur un tour à rayonner convexe avec une précision de 1/100 mm, soit être mis au rayon sur le touret avec des calibres concaves échelonnés de 0,5 en 0,5 mm. Avant de se servir de ces polissoirs en cire, on pratiquera sur le touret une série de rainures concentriques destinées à recueillir la pâte à polir. La pâte à polir est nécessaire dans tous les cas .

- Un porte-verre pour maintenir la coque sur le rodoir ou le polissoir en mouvement . Un collant double-face pour fixer le sommet de la coque à la face concave du porte-verre. Un "stylo" pour assurer une pression sur le verre et pour le guider .

- Des forets de bijoutier de 0,30 à 1,5 mm de diamètre pour percer l'orifice d'aération .

- Des tubes en matière plastique de 4,5/6 mm de diamètre et de 2,5 cm de longueur, qui serviront de tubes d'injection aux coques de moulage . De la colle à matière plastique pour coller ces tubes .

- Un comparateur d'épaisseur précis au 1/100 mm.

DÉCOUPAGE ET FAÇONNAGE DES BORDS

Le premier geste à faire est de débarrasser la coque de sa partie inutile . On découpe au filicoupeur électrique la partie périphérique 2 à 3 mm en dehors des contours tracés au crayon gras . Il faut découper un peu plus largement, parce qu'il se produit au découpage un bourrelet qui ne doit pas être inclus dans la zone utile . Mais avant d'entreprendre toute autre manipulation, qui risque d'effacer le repère nasal marqué sur la face externe de la coque, on grave à la pointe fine ce repère, ainsi que la lettre D ou G selon le côté dans la partie correspondant à la conjonctive sclérale nasale inférieure .

Les repères confirmés, on passe à la mise au diamètre de la coque en rognant ses bords à la meule (1550 tours/mn). On tient la coque solidement entre les pouces et les index des deux mains et on présente les bords sur la meule . On tourne d'abord la coque dans un plan vertical, puis, pour la finition, dans un plan horizontal, sans appuyer trop fortement ni s'attarder au même endroit .

Le meulage terminé, on se trouve devant un bord à arêtes tranchantes plein de bavures . On râcle l'arête externe et interne avec un bistouri, jusqu'à disparition du ressaut perçu au doigt, pour obtenir un arrondi aussi parfait que possible . Ensuite, on enlève à la polisseuse (disque en tissu enduit de pâte à polir rouge) les aspérités persistantes .

En tenant la coque de la même façon que sur la meule, on polit successivement la partie externe, puis la partie interne, qu'on enfonce dans le tissu, et on termine par un polissage plus doux de la partie externe .

On contrôle la qualité du bord au biomicroscope ou, avec de l'expérience, simplement au doigt.

DÉGAGEMENT LIMBIQUE

Pour que la coque ne s'appuie pas sur le limbe, il faut la creuser à l'endroit de la zone de transition et faire ainsi un dégagement limbique . Ce dégagement doit avoir 20/100 mm de profondeur et 4 mm de largeur : 2 mm de chaque côté du limbe. Pour déterminer cette zone, on reproduit d'abord la ligne du limbe au crayon gras sur la face externe de la coque en s'aidant d'une loupe binoculaire ou d'un biomicroscope afin d'avoir le maximum de précision . Puis on trace deux lignes à 2 mm de part et d'autre de la première et on noircit la zone à dégager ainsi délimitée .

La réalisation se fait en trois temps. On forme d'abord le dégagement avec une fraise boule de 7 mm de diamètre en effleurant la surface délimitée d'un mouvement régulier . Au cours de l'opération, on fait des contrôles au comparateur d'épaisseur de façon à obtenir une perte de matière uniforme de 20/100 mm. Au deuxième temps, on adoucit les inégalités et on efface les arêtes du bord externe et interne à la " Soft point " puis à la pointe "midget". On polit, enfin, avec un feutre circulaire imbibé de rouge à polir et puis avec un feutre imbibé de bleu à polir, jusqu' à la disparition complète des rayures . Tout ce travail est effectué à faible vitesse de rotation afin d'éviter un surchauffage nuisible à la matière plastique .

DEUXIEME SEANCE

La deuxième séance, destinée à la poursuite du façonnage de la coque sclérale théorique, est un temps primordial pour la bonne adaptation de la coque. Elle se compose de plusieurs essais suivis de retouches :

- vérification et retouches des bords,
- détermination de l'emplacement et réalisation de l'orifice d'aération,
- détermination de l'importance du dégagement central nécessaire .

Les essais ne peuvent pas être répétés indéfiniment au cours de la même consultation, car à la longue, en général après le troisième-quatrième, la coque, encore nullement adaptée, finit par provoquer des réactions locales qui risquent de fausser les résultats . On libère donc le patient, et le dégagement central réalisé en son absence sera vérifié à la séance suivante .

CONTROLE ET RETOUCHES DES BORDS

Après avoir soigneusement nettoyé la coque à l'ammonium quaternaire, on la pose de la même manière que pour la prise d'empreinte, sur l'oeil anesthésié au collyre à 0,40 p.100. Après s'être assuré de la bonne position de la coque et avoir apprécié sa fidélité, on cherche les parties trop larges, qui la limitent dans ses mouvements et l'empêchent de suivre l'oeil dans les différentes positions du regard, et on trace les nouveaux contours au crayon gras. Pour enlever la coque, on fait regarder le patient en bas et, avec un doigt, on soulève et on glisse sous la coque la partie interne de la paupière supérieure. Puis on passe le doigt vers l'extérieur et la paupière décolle entièrement la coque, qu'on recueille. Les parties superflues sont ensuite rognées à la meule et les nouveaux bords arrondis et polis.

Il arrive, dans environ 20 % des cas, que la coque se révèle inadaptable soit par faute technique au cours de la prise de l'empreinte (oeil en divergence, moulage trop petit, etc..) soit par difficulté de bien mouler un oeil très déformé. Dans ces cas, il faut recommencer le moulage. On a intérêt à ne pas le faire avec une coque de moulage "standard", avec laquelle on risque de retrouver les mêmes défauts, mais d'utiliser la coque jugée inadaptable qu'on transforme facilement en coque de moulage se rapprochant beaucoup plus de la forme recherchée.

TRANSFORMATION D'UNE COQUE INADAPTABLE

EN COQUE DE MOULAGE

Dans notre description de la prise de l'empreinte nous nous sommes servis de coques de moulage standard du commerce. Mais les yeux très déformés s'éloignent parfois trop de la forme standard pour permettre un moulage correct. Et c'est en transformant la première coque qu'on obtiendra une coque de moulage sur mesure. Il suffit pour cela de fixer un tube d'injection et de percer des trous.

Nous procédons dans l'ordre suivant. On ajuste l'extrémité d'un tube en plastique de 4,5/6 mm de diamètre

et de 2,5 cm de longueur à la convexité de la coque, en l'évasant avec une fraise boule de 7 mm. Puis on colle le tube sur le sommet perpendiculairement à la base de la coque. Et quelques heures plus tard, quand la colle est sèche, on perce avec une fraise boule de 4,5 mm l'orifice d'injection en regard du tube. Puis avec une fraise boule de 2 mm on perce des orifices régulièrement disposés sur toute la surface. On termine par un polissage à l'outil feutre des deux faces de la coque et on nettoie la coque en la plongeant dans un agent mouillant.

En préparant de la même façon vingt coques de diamètres différents, on peut se constituer, à peu de frais, son assortiment de coques de moulage. A partir d'une grande contre-empreinte en plâtre pour l'oeil gauche et d'une autre pour l'oeil droit, on presse pour chacune d'elles dix coques brutes identiques dans des plaques de polyméthacrylate de méthyle de 1 mm et on découpe pour chaque oeil dix coques de diamètres différents allant de 20 à 29 mm.

ORIFICE D'AERATION

Un nouvel essai sera fait pour déterminer l'emplacement exact de l'orifice d'aération. On vérifie encore une fois la qualité de l'haptique : sa bonne délimitation après le nouveau façonnage des bords, l'absence de pression excessive. Une éventuelle rotation du verre ou la présence d'une bulle d'air importante, le plus souvent temporaire, n'a aucune signification à ce stade.

L'orifice d'aération doit se trouver sur le limbe du côté temporal au ras de la paupière inférieure, l'oeil regardant droit devant soi. Et, en faisant attention à ce que le repère nasal soit bien à sa place, on marque ce point au crayon gras.

Après avoir enlevé la coque, on la perce avec un foret de bijoutier de 65/100 mm de diamètre et on évase les orifices interne et externe en entonnoir avec un foret boule de 2 mm et on les polit.

DÉGAGEMENT CENTRAL

La coque, désormais munie de son trou d'aération, appliquée sur l'oeil, s'appuie plus ou moins sur la cornée. Le dernier essai servira à apprécier l'importance de cet appui et d'en déduire la profondeur du dégagement central à effectuer. Cette profondeur est de l'ordre de 10/100 mm dans la majorité des cas.

Le dégagement de cette partie est réalisé en creusant la face interne de la coque par rodage suivi de polissage, après le départ du sujet. On fixe la coque sur son support ayant fait coïncider le centre de la partie optique marqué sur la face externe de la coque avec le centre marqué sur le collant double-face préalablement appliqué sur le porte-verre. Puis on choisit la balle à roder dont le rayon a 10/100 mm de plus que le rayon le plus grand de la cornée déjà mesuré au cours de la première consultation, et on le charge généreusement avec un produit abrasif - suspension aqueuse de poudre d'émeri - à l'aide d'un pinceau réservé exclusivement à cet usage. On le recharge toutes les 30 secondes pendant le travail, sans quoi le produit s'épuise, ce qu'on voit à son noircissement. On pose la face interne de la coque sur le rodoir fixé sur l'axe du touret qu'on met en route. On exerce une pression manuelle modérée, par l'intermédiaire d'un "stylo" qui doit maintenir une inclinaison maximale n'empêchant pas la rotation correcte de la coque. A vitesse de rotation moyenne, le rodage dure environ 1 minute 30 secondes et doit creuser le centre de 9/100 mm. On surveille l'usure de la matière, durant tout le travail, par le comparateur d'épaisseur, mis au zéro sur l'ensemble coque-porte-verre dès le début. La zone rodée doit avoir un diamètre d'au moins 6 mm, sinon on refait un deuxième rodage avec un rodoir à rayon plus grand. On reconnaît cette zone déjà rodée, à la loupe, par l'absence du reflet d'un filament de lumière (lampe à incandescence).

Le rodage terminé, on enlève la balle à roder du touret et on la remplace par une balle à polir de même rayon. On enduit la balle, à l'aide d'un pinceau rigoureusement propre

et affecté à ce seul usage, avec une pâte à polir fraîchement préparée . Le touret mis en marche, le "stylo" imprime à l'axe de la coque un angle d'inclinaison d'environ 45° . Le polissage dure en moyenne une minute et entraîne une usure de la matière plastique de 1 à 2/100 mm au centre, soit une usure de 10/100 mm au total, rodage compris . On vérifie que le polissage a bien porté sur toute la surface rodée, par réapparition du reflet lumineux et par disparition du gâlé dû au rodage . La qualité du polissage s'apprécie par examen au kératomètre, l'image des mires devant être nette . On profite de cet examen pour vérifier l'exactitude du rayon de courbure (R_0) . La bonne sphéricité du dégagement peut être vérifiée avec une grande précision au Toposcope .

T R O I S I E M E S E A N C E

Nous avons réuni dans ce chapitre
deux temps nettement distincts :

- La troisième consultation destinée
à faire la dernière vérification de la bonne
adaptation de la coque et à préciser son axoptique.

- Le calcul et la réalisation de
l'optique de la face antérieure du verre scléral .

CONTROLE DE L'ADAPTATION PAR FLUOROSCOPIE AXE OPTIQUE

La consultation débute par un nouvel essai, fait cette fois sans anesthésie pour éviter toute cause supplémentaire d'irritation, au cours duquel on vérifie le bon dégagement du limbe et on cherche la présence des points de pression de la coque sur la cornée, incompatibles avec une bonne tolérance. On les met en évidence par fluoroscopie. Cette méthode est basée sur la propriété de la fluoresceïne de devenir fluorescente à la lumière traversant un filtre au bleu de cobalt (biomicroscope) ou à la lumière de Wood. Une goutte de solution aqueuse de fluoresceïne à 2 %, instillée avec une micropipette sous la coque, se mélange aux larmes. Les larmes forment sous le verre une couche plus ou moins épaisse et ces différences d'épaisseur sont visualisées par l'intensité différente de la fluorescence. Ainsi, là où la coque n'est pas en contact avec l'oeil, on voit une couleur jaune-vert claire tandis que les zones de pression sont foncées. Quand une coque est bien adaptée, on doit voir une image en cocarde : petite zone foncée au centre, puis jaune-vert claire, puis de nouveau foncée vers la périphérie, à partir du dégagement limbique. La présence d'une bulle d'air dans cette zone de transition est normale à condition qu'elle soit mobile et qu'elle n'empiète pas sur la partie optique.

Dans certains cas, la fluoroscopie donne des images anormales.

- La présence d'un disque nettement foncé plus ou moins grand, au centre, traduit une pression centrale de la coque insuffisamment dégagée à cet endroit. On remédie à ce défaut en creusant davantage le dégagement central avec le même doigt que la première fois. A zones de pression de diamètre égal, il faut creuser d'autant plus que le rayon de courbure de la cornée est plus petit. Ainsi, pour une zone de pression de 6 mm sur une cornée de rayon = 7,80 mm, il est nécessaire de retirer encore 8/100 mm de matière environ. Et pour une même zone de pression sur une cornée de rayon 8,20 mm il suffit de retirer 5/100.

- Un cercle foncé à la périphérie de la zone optique montre que le Ro choisit est trop petit. Il est, par conséquent, nécessaire de creuser légèrement la périphérie du dégagement avec un rodoir de rayon plus grand de 1 mm que celui utilisé la première fois .

- Deux zones foncées situées aux extrémités d'un axe traduisent la toricité de la cornée et nécessitent le plus souvent une retouche à la pointe "midget" de ces deux zones; préalablement marquées au crayon gras.

- Une bulle excessive sous la coque perforée signifie un excès du dégagement limbique soit par construction, soit par une mauvaise conformation de la partie sclérale, trop serrée, qui accentue ce dégagement par propulsion de la coque en avant .

Dans ces cas, on est, le plus souvent, obligé de refaire l'empreinte ou au moins la coque. Si ces deux éventualités s'avèrent irréalisables, il est toujours possible de réduire l'épaisseur de toute la surface de l'haptique à la pointe "midget" .

Les défauts éventuels ainsi corrigés, on est censé être en présence d'un verre dont l'haptique est parfaitement délimitée, dont le limbe est suffisamment dégagé et dont la région cornéenne ne présente pas de zones de pression . Alors, pour contrôler les réactions subjectives du sujet et l'évolution fluoroscopique de l'adaptation, on fait garder la coque sur l'oeil pendant au moins une demi-heure. Très souvent, au bout d'une demi à une heure de port, le dégagement central qui paraissait bon au départ se révèle insuffisant . On a intérêt, dans ce cas, d'augmenter le dégagement de quelque 1/100 mm en le recreusant avec le même rodoir que la première fois .

On profitera de cette retouche pour faire coïncider le centre du dégagement avec l'axe optique de l'oeil, car jusqu'à présent, le centrage a été effectué sur le centre de la cornée qui se trouve rarement sur l'axe optique . Pour cela, on fait une croix au crayon gras juste en face du centre de la pupille et on la confirme avec une pointe fine. Ce repère sera de première importance dans la réalisation de l'optique définitive de la coque .

OPTIQUE DU VERRE SCLERAL

La coque théorique qu'on vient de terminer ne remplit pas le but final qui est d'assurer la correction de l'amétropie de l'oeil à équiper . Il reste donc à façonner la face antérieure de sa partie optique en une surface sphérique d'un rayon de courbure (Ra) qu'il faudra déterminer auparavant.

A.- CALCUL DE L' OPTIQUE

Le rayon de courbure (Ra) de l'optique à réaliser peut être déterminé, soit par calculs établis depuis la réfraction en lunetterie classique, soit , d'une façon plus précise, par l'essai de lentilles ou verres scléraux de puissance .

Avant d'entrer dans les détails de ces deux méthodes il nous semble utile de rappeler quelques notions théoriques d'optique.

- CORRECTION OPTIQUE DE L'OEIL AMETROPE -

L'amétropie d'un oeil, exprimée en dioptries, est égale à l'inverse de la distance, en mètres, séparant le sommet de la cornée (S) du punctum remotum (Pr).

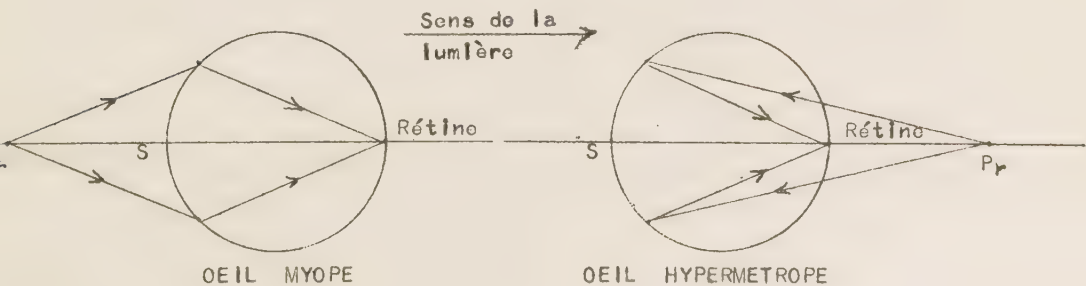


Fig. 6

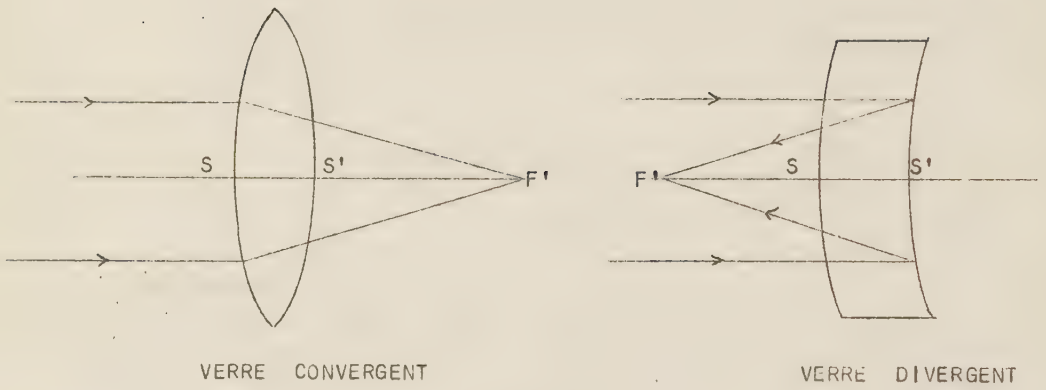


FIGURE 7

L'amétropie d'un oeil est corrigée quand le foyer image du verre correcteur coïncide avec le punctum remotum (Pr) de cet oeil (FIG.8)

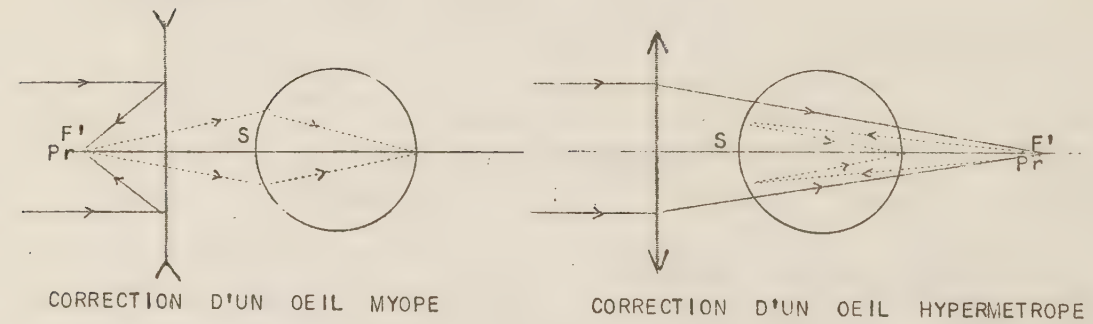


FIGURE 8

Considérant que la lumière vient de la gauche, la distance mesurée de S vers P_r , et par conséquent l'amétropie, est négative pour un myope et positive pour un hypermétrope .

(FIG.6)

La puissance des verres aussi bien en lunetterie classique qu'en optique de contact est toujours exprimée en puissance frontale arrière. On appelle distance frontale arrière la distance du sommet postérieur (S') au foyer image du verre (F'). L'inverse de cette distance (FIG.7) est égale à la puissance frontale arrière, elle est positive pour un verre convergent, négative pour un verre divergent .

- CALCUL DE LA PUISSANCE FRONTALE ARRIERE (D_v) DU VERRE CORRECTEUR

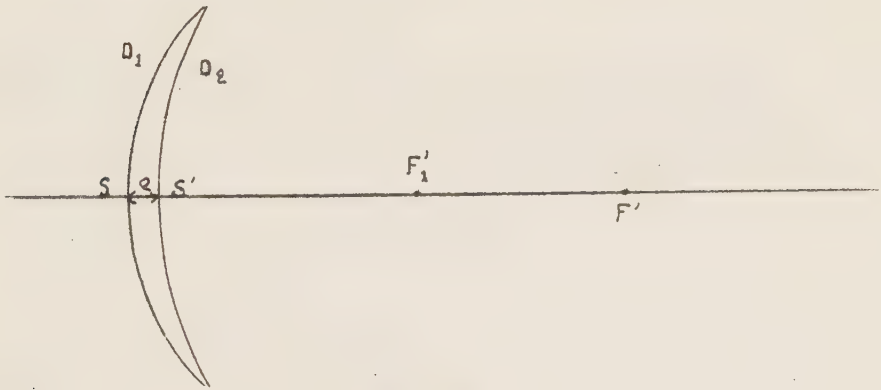


Fig. 9

S = sommet de la face antérieure de puissance D_1
S' = sommet de la face postérieure de puissance D_2
e = SS' = épaisseur du verre
 $F'1$ = foyer image de la face antérieure
 $f'1 = SF'1$ = distance focale de la face antérieure
 F' = foyer image du verre donné par la face postérieure
 $s' = S'F'$ = distance de l'image F' à la face postérieure
 $f'2$ = distance focale de la face postérieure .

Supposons un rayon lumineux parallèle à l'axe (FIG.10) :

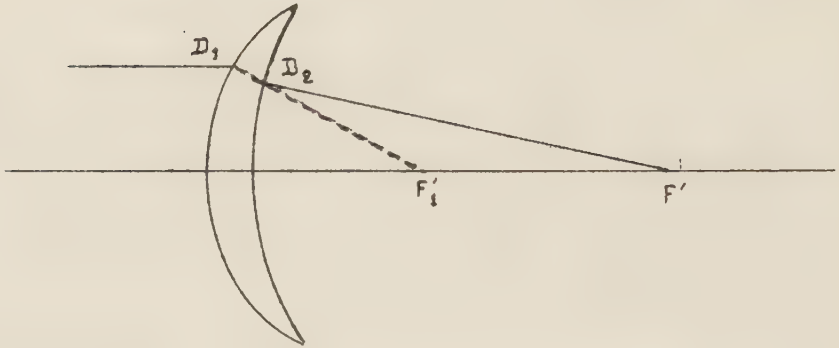


Fig. 10

Sa réfraction sur la face antérieure (D 1) donne une image en F'1 qui servira d'objet virtuel à la face postérieure (D 2) qui en donnera une image en F' . Cette image F ' est le foyer image du verre .

Si nous appliquons la formule de HELMHOLTZ :

$$\frac{1}{p'} = \frac{1}{f} + \frac{1}{p}, \text{ nous aurons pour la face postérieure } p' = s'$$

$$f = f'2 \text{ et } p = f'1 - e \text{ et nous pouvons écrire : } \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'2} + \frac{1}{f'1 - e}$$

Comme la puissance de la face postérieure $(D_2) = \frac{1}{f'2}$ et la puissance de la face antérieure $(D_1) = \frac{1}{f'1}$,

$$\frac{1}{s'} = \frac{D_2 + \frac{1}{1 - e}}{D_1} = D_2 + \frac{D_1}{1 - e D_1} = \frac{D_2 (1 - e D_1) + D_1}{1 - e D_1} = \frac{D_2 + D_1 - e D_1 D_2}{1 - e D_1}$$

Etant donné que l'indice de réfraction n du verre diffère de celui de l'air ($n = 1$), nous avons $\frac{1}{s'} =$

$$\frac{1}{s'} = \frac{D_1 + D_2 - \frac{e}{n} D_1 D_2}{1 - \frac{e}{n} D_1}$$

et comme $D_v =$ puissance frontale arrière $= \frac{1}{s'}$

$$D_v = \frac{D_1 + D_2 - \frac{e}{n} D_1 D_2}{1 - \frac{e}{n} D_1}$$

Calcul de la puissance de la face antérieure du verre (D_1)

D_1 est tiré de la formule précédente. On obtient successivement :

$$D_v \left(1 - \frac{e}{n} D_1\right) = D_1 + D_2 - \frac{e}{n} D_1 D_2, \quad D_v - \frac{D_v e}{n} D_1 = D_1 + D_2 - \frac{e}{n} D_1 D_2,$$

$$D_v = D_1 + D_2 - \frac{e}{n} D_1 D_2 + D_v \frac{e}{n} D_1, \quad D_v = D_1 \left(1 - \frac{e}{n} D_2 + D_v \frac{e}{n} + D_2\right),$$

$$D_1 \left[1 + \frac{e}{n} (D_v - D_2)\right] = D_v - D_2, \text{ et enfin}$$

$$D_1 = \frac{D_v - D_2}{1 + \frac{e}{n} (D_v - D_2)}$$

Connaissant D_1 il nous sera facile de trouver le rayon de courbure de la face antérieure (R_a)...

1.- CALCUL À PARTIR DE LA RÉFRACTION

ÉTABLIE EN LUNETTERIE CLASSIQUE

Le problème posé est le suivant : comment calculer le rayon de courbure antérieure, connaissant la puissance (D) du verre de lunettes qui corrige l'amétropie du sujet, la distance de ce verre au sommet de la cornée, les rayons cornéens, le rayon de courbure postérieure (Ro) du verre scléral et l'épaisseur (e) de celui-ci ?

On le trouvera à partir de la formule :

$$D_1 = \frac{D_v - D_2}{1 + \frac{e}{n} (D_v - D_2)}$$

En remplaçant, dans cette formule, la puissance du verre scléral (Dv) par $D_v = A - DL$, où A est l'amétropie corrigée par le système verre-larmes et DL la puissance de la lentille des larmes contenue entre la face postérieure du verre et la face antérieure de la cornée, nous obtenons :

$$D_1 = \frac{A - DL - D_2}{1 + \frac{e}{n} (A - DL - D_2)}$$

Et pour trouver D1, nous devons d'abord avoir chacun des trois termes manquants :

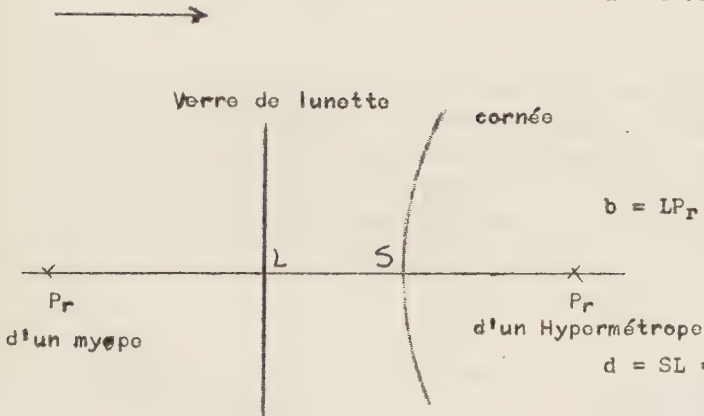
- l'amétropie ramenée au sommet de la cornée (A)
- la puissance de la lentille des larmes (DL)
- la puissance de la face postérieure de la coque (D2),

D1 trouvé, il nous sera facile de calculer le rayon de la face antérieure (Ra) par la relation $R_a = \frac{n - 1}{D_1}$

AMETROPIE RAMENEE AU SOMMET DE LA CORNEE (A)

Les verres de lunettes étant tous définis par leur puissance frontale arrière, le calcul qui consiste à ramener la face postérieure du verre au sommet de la cornée donnera la puissance frontale de la coque .

Fig. 11



Prenons un verre de lunette correcteur (FIG.11) avec :

P_r = punctum remotum

$a = S P_r$ = distance du sommet de la cornée au remotum négative pour un myope, positive pour un hypermétrope .

$b = L P_r$ = distance de la face postérieure du verre (L) au remotum : négative ou positive

$d = S L$ = distance du sommet de la cornée à la face postérieure du verre : négative

La distance $a = b + (-d) = b - d$. L'inverse de cette distance (a) est la puissance ramenée au sommet de la cornée (A) et nous avons :

$A = \frac{1}{a} = \frac{1}{b - d}$. Or $\frac{1}{b}$ est la puissance du verre de lunettes

(D) et nous aurons :

$$A = \frac{1}{\frac{1}{D} - d} \quad \text{et}$$

$$A = \frac{D}{1 - D d}$$

Connaissant les deux paramètres : puissance de la lunette correctrice (D) et distance du verre à l'oeil (d) on a donc la puissance équivalente (A).

Exemples : - Un verre correcteur de - 15 dioptries est placé à 12mm de la cornée. S'il était ramené au sommet, il devrait, pour produire le même effet, avoir la puissance suivante :

$$\frac{-15}{1 - (-15 \times 0,012)} = \frac{-15}{1 + 0,18} = -12,71 \text{ dioptries}$$

- Pour une correction de + 15 dioptries placée à 12 mm de la cornée, nous aurons : $\frac{+ 15}{1 - 0,18} = + 18,29$ dioptries

En pratique, l'utilisation d'une abaque (FIG.12) permet d'éviter les calculs numériques. Elle est tracée sur papier millimétré et comporte en abscisse horizontale la puissance ramenée au sommet de la cornée, en abscisse oblique inférieure la puissance du verre de lunette pour un myope et en abscisse oblique supérieure la puissance du verre pour un hypermétrope. La pente de ces deux obliques est de 20 % pour $y = \frac{1}{\text{dmm}} \times 200$

Sur l'ordonnée, on lit les distances verre-œil en millimètre et son échelle est de $\frac{200}{d}$, (d) exprimé en mm. L'utilisation de cette

abaque est très simple : la lecture se fait à l'aide d'une règle plate transparente comportant un trait conducteur. Ainsi un myope équipé de lunettes de - 15 dioptries à 12 mm de la cornée a une puissance rapportée au sommet de la cornée de - 12,71 dioptries. Un autre sujet hypermétrope de + 15 dioptries, corrigé à 12 mm de la cornée, a une puissance ramenée au sommet de + 18,29 dioptries.

- PUISSANCE DU MENISQUE DES LARMES -

Elle se trouve par la formule
$$D L = \frac{D'1 + D'2 + \frac{e}{n} (D1 D2)}{1 - \frac{e}{n} D 1}$$

où D'1 = puissance de la face antérieure du ménisque des larmes

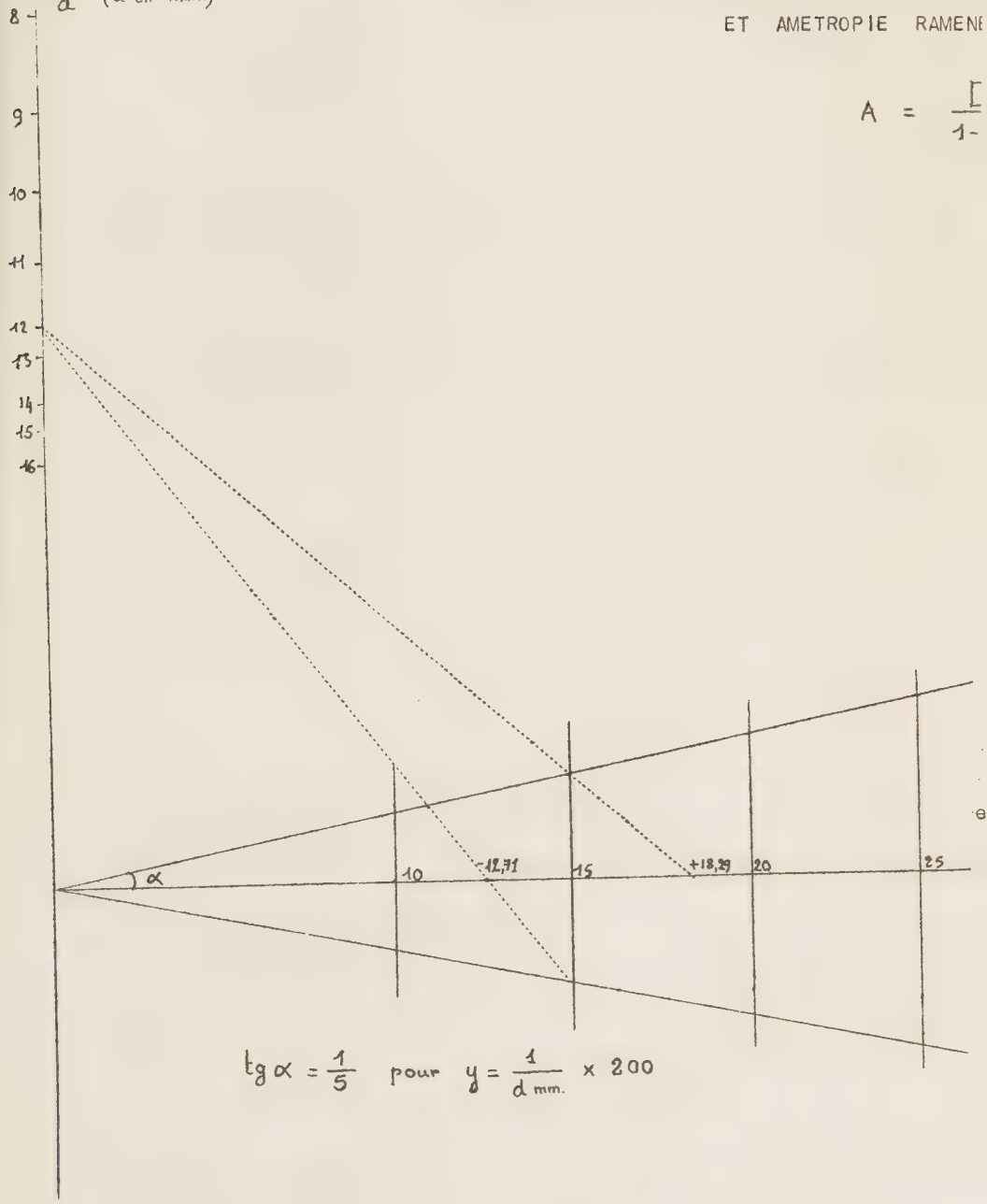
D'2 = puissance de la face postérieure, e = épaisseur au centre.

On peut se permettre de considérer e = 0, car l'épaisseur des larmes au centre de la coque est minime, de l'ordre de quelque 1/100 mm, ce qui simplifie la formule et donne : $DL = D'1 + D'2$

$A \frac{200}{d}$ (d en mm.)

FIGURE 12 : ABAQUE DE CORRESPONDANCE
ET AMETROPIE RAMENE

$$A = \frac{1}{1 -}$$



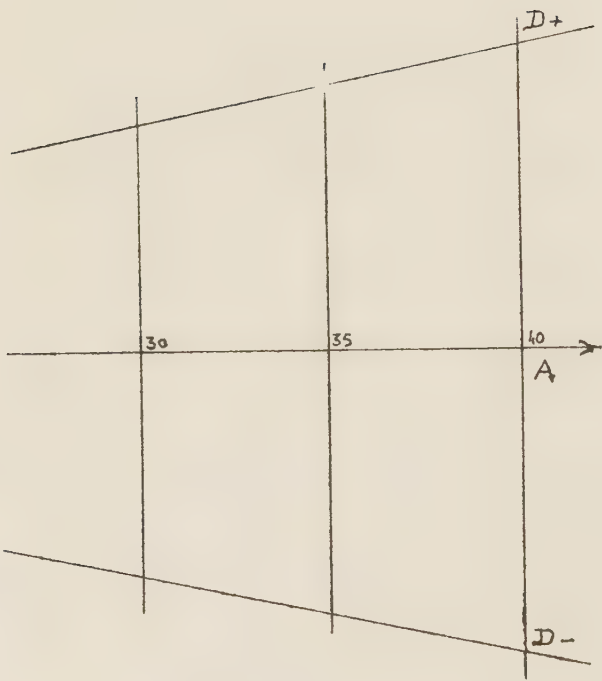
$$\text{tg } \alpha = \frac{1}{5} \quad \text{pour } y = \frac{1}{d \text{ mm.}} \times 200$$

ICE ENTRE PUISSANCE DE LUNETTES

DE A LA CORNEE

$$\frac{D}{D_d}$$

47



On calcule D'1 et D'2 par la relation unissant le rayon à la puissance :

$$D'1 = \frac{n'2 - n'1}{R'1} \quad \text{et} \quad D'2 = \frac{n'3 - n'2}{R'2}$$

les deux rayons étant connus : R'1 = rayon de la face antérieure des larmes égale Ro = rayon de la face postérieure de la coque, R'2 = rayon de la face postérieure des larmes égale R = rayon cornéen le plus grand .

Dans ces formules n'1 = n'3 = 1 = indice de l'air, car on considère la lentille des larmes "isolée" dans l'air et n'2 = 1,337 = indice des larmes et nous aurons :

$$D'1 = \frac{1,337 - 1}{R_o} \quad \text{et} \quad D'2 = \frac{1 - 1,337}{R_c}$$

$$\text{d'où : } DL = \frac{0,337}{R_o} - \frac{0,337}{R_c}$$

$$\text{et : } DL = 0,337 \left(\frac{1}{r_o} - \frac{1}{r_c} \right)$$

Pour éviter ces calculs numériques fastidieux on se sert en pratique d'un tableau de correspondance de puissance établi entre les deux rayons pour un indice larme de 1,337 (TALBEAU I)

- PUISSANCE DE LA FACE POSTERIEURE DU VERRE (D2)

On la calcule à partir du rayon que nous avons choisi pour cette face (Ro) par la formule :

$$D2 = \frac{n1 - n2}{R_o}$$

où n1 = 1 = indice de réfraction de l'air, en considérant le verre soléral "isolé" dans l'air, et n2 = 1,493 = indice de réfraction du polyméthacrylate de méthyle. On obtient ainsi

$$D2 = \frac{- 0,493}{R_o}$$

T A B L E A U I

CORRESPONDANCES RAYONS ET PUISSANCES DIOPTRIQUES : $D = \frac{n - 1}{R}$

POUR LES LARMES

$n = 1,337$

$D = \frac{0,337}{R}$

RAYONS	$D = \frac{337}{R}$	RAYONS	$D = \frac{337}{R}$	RAYONS	$D = \frac{337}{R}$
6,00	56,16	7,75	43,48	9,50	35,47
6,05	55,70	7,80	43,20	9,55	35,29
6,10	55,24	7,85	42,92	9,60	35,10
6,15	54,79	7,90	42,65	9,65	34,92
6,20	54,35	7,95	42,38	9,70	34,74
6,25	53,92	8,00	42,12	9,75	34,58
6,30	53,49	8,05	41,86	9,80	34,38
6,35	53,07	8,10	41,60	9,85	34,21
6,40	52,65	8,15	41,34	9,90	34,04
6,46	52,24	8,20	41,09	9,95	33,87
6,50	51,85	8,25	40,84	10,00	33,70
6,55	51,45	8,30	40,60	10,05	33,53
6,60	51,06	8,35	40,35	10,10	33,36
6,65	50,67	8,40	40,11	10,15	33,20
6,70	50,29	8,45	39,88	10,20	33,04
6,75	49,92	8,50	39,64	10,25	32,88
6,80	49,55	8,55	39,41	10,30	32,72
6,85	49,19	8,60	39,18	10,35	32,56
6,90	48,84	8,65	38,95	10,40	32,40
6,95	48,48	8,70	38,73	10,45	32,24
7,00	48,14	8,75	38,51	10,50	32,09
7,05	47,80	8,80	38,29	10,55	31,94
7,10	47,46	8,85	38,07	10,60	31,79
7,15	47,13	8,90	37,86	10,65	31,64
7,20	46,80	8,95	37,65	10,70	31,49
7,25	46,48	9,00	37,44	10,75	31,35
7,30	46,16	9,05	37,23	10,80	31,20
7,35	45,85	9,10	37,03	10,85	31,06
7,40	45,54	9,15	36,83	10,90	30,91
7,46	45,23	9,20	36,63	10,95	30,75
7,50	44,93	9,25	36,43	11,00	30,64
7,55	44,63	9,30	36,23	11,05	30,50
7,60	44,34	9,35	36,04	11,10	30,36
7,65	44,05	9,40	35,85	11,15	32,22
7,70	43,76	9,45	35,66	11,20	30,09

T A B L E A U I

(suite et fin)

CORRESPONDANCES RAYONS ET PUISSANCES DIOPTRIQUES : $D = \frac{n - 1}{R}$

POUR LES LARMES $n = 1,337$ $D = \frac{0,337}{R}$

Rayons	$D = \frac{337}{R}$
11,25	29,96
11,30	29,82
11,35	29,69
11,40	29,56
11,45	29,43
11,50	29,30
11,55	29,18
11,60	29,06
11,65	28,93
11,70	28,80
11,75	28,68
11,80	28,56
11,85	28,44
11,90	28,32
11,95	28,20
12,00	28,08
12,05	27,97
12,10	27,85
12,15	27,74
12,20	27,62
12,25	27,51
12,30	27,40
12,35	27,29
12,40	27,18
12,45	27,07
12,50	26,96
12,55	26,85
12,60	26,74
12,65	26,64
12,70	26,53
12,75	26,43
12,80	26,33
12,85	26,23
12,90	26,12
12,95	26,02

Un tableau de correspondance entre la puissance en dioptries et le rayon en millimètres, établi suivant cette formule légèrement simplifiée ($n_1 - n_2 = 0,49$) évite de refaire chaque fois ce calcul (TABLEAU II)

Nous avons maintenant tous les éléments pour faire le calcul numérique de la puissance de la face antérieure du verre (D1) et à partir de D1 le rayon de courbure de cette face (Ra) .

$$Ra = \frac{n_2 - n_1}{D_1}$$

où n_1 et n_2 ont la même valeur que pour la face postérieure, soit

$Ra = \frac{1,493 - 1}{D_1}$	ou	$Ra = \frac{+ 0,493}{D_1}$
------------------------------	----	----------------------------

Le même tableau de correspondance entre puissances et rayons peut être utilisé .

Le calcul numérique long et fastidieux de D1 peut être évité grâce à une règle à calcul spéciale. Sur la face postérieure de cette règle est reproduit le tableau des correspondances dont il a été question plus haut, entre puissances et rayons de courbure pour des rayons allant de 6,5 à 9,5 mm. Sa face antérieure se compose d'une partie fixe externe qui entoure par le haut et le bas une partie centrale mobile. Sur la partie fixe, sont marqués les épaisseurs de 0 à 2 mm et les rayons de courbure de 12,7 à 6,00 mm. Sur la partie centrale sont marqués un indicateur d'épaisseur et les puissances de 38 à 92 dioptries. On amène l'indicateur d'épaisseur de la partie mobile en face de l'épaisseur prévue pour le centre de la coque et le rayon (Ra) recherché se trouve en face du chiffre de la puissance (D1) de la partie mobile.

Exemple : Puissance de l'amétropie ramenée au sommet A = 11 dioptries, puissance du ménisque des larmes DL = 1 dioptrie, rayon de courbure de la face postérieure de la coque Ro = 8,00 mm, à ce rayon correspond une puissance D2 = 61,25 dioptries et on a :

$$A - DL - D2 = (-11) - (-1) - (- 61,25) = + 51,25 \text{ dioptries .}$$

T A B L E A U II

CORRESPONDANCES RAYONS ET PUISSANCES DIOPTRIQUES : $D = \frac{n - 1}{r}$

POUR LE PLASTIQUE : $n = 1,49$ $D = \frac{0,49}{R}$

RAYONS	$D = \frac{0,49}{R}$	RAYONS	$D = \frac{0,49}{R}$	RAYONS	$D = \frac{0,49}{R}$	RAYONS	$D = \frac{0,49}{R}$
6,00	81,66	7,80	62,82	9,60	51,04	11,40	42,98
6,05	80,99	7,85	62,42	9,65	50,77	11,45	42,79
6,10	80,32	7,90	62,03	9,70	50,51	11,50	42,60
6,15	79,67	7,95	61,64	9,75	50,25	11,55	42,42
6,20	79,03	8,00	61,25	9,80	50,00	11,60	42,24
6,25	78,40	8,05	60,87	9,85	49,74	11,65	42,06
6,30	77,77	8,10	60,49	9,90	49,49	11,70	41,88
6,35	77,16	8,15	60,12	9,95	49,34	11,75	41,70
6,40	76,56	8,20	59,76	10,00	49,00	11,80	41,52
6,45	75,96	8,25	59,39	10,05	48,75	11,85	41,35
6,50	75,39	8,30	59,03	10,10	48,51	11,90	41,17
6,55	74,82	8,35	58,68	10,15	48,27	11,95	41,00
6,60	74,25	8,40	58,33	10,20	48,03	12,00	40,83
6,65	73,69	8,45	57,99	10,25	47,80	12,05	40,66
6,70	73,13	8,50	57,65	10,30	47,57	12,10	40,49
6,75	72,59	8,55	57,31	10,35	47,34	12,15	40,32
6,80	72,06	8,60	56,98	10,40	47,11	12,20	40,16
6,85	71,54	8,65	56,65	10,45	46,89	12,25	40,00
6,90	71,02	8,70	56,32	10,50	46,66	12,30	39,83
6,95	70,51	8,75	56,00	10,55	46,44	12,35	39,67
7,00	70,00	8,80	55,68	10,60	46,22	12,40	39,51
7,05	69,50	8,85	55,36	10,65	46,00	12,45	39,35
7,10	69,01	8,90	55,05	10,70	45,79	12,50	39,20
7,15	68,53	8,95	54,74	10,75	45,58	12,55	39,04
7,20	68,06	9,00	54,44	10,80	45,37	12,60	38,88
7,25	67,59	9,05	54,14	10,85	45,16	12,65	38,73
7,30	67,13	9,10	53,85	10,90	44,95	12,70	38,58
7,35	66,67	9,15	53,55	10,95	44,74	12,75	38,43
7,40	66,22	9,20	53,26	11,00	44,54	12,80	38,28
7,45	65,77	9,25	52,97	11,05	44,34	12,85	38,13
7,50	65,33	9,30	52,68	11,10	44,14	12,90	37,98
7,55	64,90	9,35	52,40	11,15	43,95	12,95	37,83
7,60	64,48	9,40	52,13	11,20	43,75		
7,65	64,06	9,45	51,85	11,25	43,55		
7,70	63,64	9,50	51,58	11,30	43,36		
7,75	63,23	9,55	51,30	11,35	43,19		

Si l'épaisseur que l'on désire laisser au centre de la coque est de 60/100 mm, on place l'indicateur d'épaisseur de la partie mobile de la règle en face de ce chiffre et on voit que la puissance 51,25 sur la partie centrale se trouve placée devant le rayon (Ra) 9,76 mm sur la partie fixe .

2.- CALCULS À PARTIR DE LA RÉFRACTION

ÉTABLIE PAR L'ESSAI D'UNE LENTILLE

OU D'UNE COQUE SCLÉRALE DE PUISSANCE

Pour appliquer cette méthode, il faut posséder une boîte de lentilles ou de coques d'essai de différentes puissances . Cette méthode, plus simple et plus précise que la précédente, parce qu'elle élimine les imprécisions de la mesure distance verre de lunettes - oeil et du calcul de la puissance de la lentille des larmes, est particulièrement utile dans les fortes amétropies .

On choisit la lentille dont la puissance se rapproche le plus de la puissance de l'amétropie . Le maximum d'écart toléré, de ± 4 dioptries, est comblé par une réfraction additive . L'amétropie (A) ainsi corrigée est égale à la puissance frontale arrière de cette lentille d'essai (D'v), compte tenu de la puissance de la lentille des larmes (D'L), soit $A = D'v + D'L$. Mais si le rayon de courbure choisi pour la face postérieure de notre coque (Ro), la même amétropie (A) sera égale à la puissance de la coque (Dv), compte tenu d'une nouvelle lentille de larme (DL), soit $A = Dv + DL$. En réunissant les deux formules, nous aurons :

$$Dv + DL = D'v + D'L, \text{ d'où } Dv = D'v + (D'L - DL) .$$

$$Dv \text{ est la puissance de notre coque dans la formule } Dv = \frac{D'v - D_2}{1 + \frac{e(D'v - D_2)}{n}}$$

Il faut donc calculer Dv et D2? Les deux lentilles de larmes ayant forcément la même face postérieure (cornée), la différence de leur puissance sera égale à la différence des puissances de leurs faces.

antérieures. On trouve ces deux puissances à partir des rayons de courbure de la face postérieure de la coque et de la lentille à l'aide du tableau de correspondance pour les larmes. En ajoutant leur différence à la puissance de la lentille d'essai, nous obtenons la puissance de la coque = D v.

On calcule la puissance de la face postérieure (D2), puis la puissance de la face antérieure (D1) et le rayon de courbure (Ra) de l'optique à réaliser suivant les méthodes déjà décrites.

Exemple : La lentille d'essai choisie a un $R_o = 8,00$ mm et une puissance totale, compte tenu d'une éventuelle réfraction additive, de + 16 dioptries. Notre coque sclérale a un $R_o = 8,20$ mm. La puissance correspondante, pour les larmes, à un rayon de 8,00, est 42,12 dioptries et à un rayon de 8,20 de 41,09 dioptries. La différence de ces puissances est + 42,12 - (+41,09) = + 1,03 dioptries. On ajoute cette différence à la puissance de la lentille d'essai et on obtient $DV = + 16 + (+1,03) = + 17,03$ dioptries. La puissance de la face postérieure de la coque (D2) correspondant pour le plastique au $R_o = 8,20$ mm est de - 59,76 dioptries, d'où $DV - D2 = + 17,03 - (- 59,76) = + 76,79$ dioptries.

C'est la puissance de la face antérieure de la coque (D1) compte non tenu de l'épaisseur au centre qu'on désire obtenir. Si l'épaisseur de la coque (e) prévue est de 50/100 mm = 0,0005 m, la puissance D1 de l'optique à réaliser sera :

$$D1 = \frac{+ 76,79}{1 + \frac{0,0005 \cdot 76,79}{1,49}} \quad \text{et} \quad Ra = \frac{0,49}{D1}$$

On peut trouver le Ra plus simplement à l'aide de la règle à calcul.

Il ne faut surtout pas oublier de noter sur le carnet individuel du sujet les éléments trouvés : R_o , épaisseur du verre au centre, Ra à réaliser et épaisseur à conserver au centre.

B.- REALISATION DE L' OPTIQUE

DE LA FACE ANTERIEURE DU VERRE SCLERAL

MATÉRIEL

- Tour à rayonner convexe. C'est une machine-outil sur laquelle on dispose le verre scléral auquel on imprime des mouvements de rotation tandis qu'on le travaille par un outil qui est le plus souvent un diamant . Cette machine-outil est ainsi composée du tour et de l'outil. Le tour est "un tour en l'air" sur lequel le verre scléral est maintenu à l'extrémité de l'arbre . L'outil est soutenu par un appareil accessoire : le porte-outil . Celui-ci est monté sur un axe vertical permettant de transmettre à l'outil des mouvements de va et vient dans un plan horizontal selon un arc de cercle à concavité dirigée vers le tour . Ces mouvements se font par l'intermédiaire d'un bras actionné manuellement . On peut modifier le rayon de l'arc de cercle en augmentant ou en diminuant la distance qui sépare l'outil de l'axe vertical . Cette distance est mesurée par un compas d'épaisseur gradué directement en rayons de courbure exprimés en millimètres . L'ensemble repose sur un chariot qui peut se déplacer lentement sous l'action d'une vis de rappel. Sur certaines machines, c'est le tour qui est monté sur un chariot mobile. L'avancement est mesuré par un comparateur d'épaisseur qui permet de contrôler l'épaisseur de la matière enlevée .

- Polisseuse automatique. On peut décrire cette machine-outil comme un tour dont l'outil serait un polissoir, supporté par l'axe fou du porte-outil. Le porte-outil est animé d'un mouvement automatique de va et vient dans un plan horizontal sur un arc de cercle à concavité dirigée vers le tour. L'amplitude de la course peut être réglée . L'ensemble est monté sur un chariot qui permet de rapprocher l'outil du tour. Sur les polisseuses où le tour est monté sur chariot, c'est la coque qui s'avance sur l'outil. Un ressort à tension réglable, permet d'exercer une pression convenable de l'outil sur la pièce à travailler .

- Assortiment de porte-verres métalliques de rayons de courbure croissant de 0,05 en 0,05 mm, qui peuvent se fixer aussi bien à l'arbre du tour à détourer convexe qu'à l'arbre du tour de la polisseuse automatique .

- Colle à chaud spéciale pour "glanter" le verre scléral sur le porte-verre, qui se présente sous forme de batonnet.

- Lampe à mèche pour ramollir la colle .

- Polissoirs en cire .

TECHNIQUE

Les éléments nécessaires pour façonner la face antérieure du verre scléral sont réunis : Ra de la courbure à réaliser et épaisseur à enlever au centre . Cette épaisseur est égale à l'épaisseur primitive de la coque diminuée de l'épaisseur retenue pour le calcul du Ra . Par exemple : si la coque a 90/100 mm au centre et l'épaisseur prévue est de 60/100 mm, il faut enlever 30/100 mm.

Le façonnage se fait avec un tour à détourer convexe - machine de précision qu'il faut contrôler périodiquement . La position de l'outil-diamant se modifie par réglage dans le plan horizontal et vertical . Il est conseillé de ne pas modifier le réglage horizontal, assuré par des vis situées de part et d'autre du porte-outil (celui-ci a été fait une fois pour toutes à la fabrication). Le réglage se fera donc uniquement dans le plan vertical : l'outil-diamant est logé dans une alvéole du porte-outil faisant un angle de 4° avec l'horizontale, de sorte que la pointe du diamant est plus ou moins haute suivant qu'on tire ou qu'on enfonce le diamant. Pour hausser l'outil de 1/100 mm il suffit de le tirer d'environ 1 mm; pour le baisser d'agir dans le sens inverse. Pour s'assurer du bon centrage de l'appareil, on fixe sur l'arbre du tour une bille calibrée en plastique. On règle le porte-outil au rayon de la bille et, le tour arrêté, on avance le chariot avec précaution jusqu'au contact du diamant avec la bille . On fait passer le diamant sur la surface de la bille d'un bout à l'autre pour obtenir un trait horizontal très fin et d'apparence très régulière. Si le trait n'est pas régulier,

l'outil doit être haussé ou abaissé. On fait un contrôle du réglage en pratiquant un détournage avec un rayon donné d'une pièce quelconque qu'on vérifie ensuite au kératomètre .

Ces préliminaires terminés, on "glante" la coque sclérale sur un porte-verre de même rayon que le rayon R_0 de la coque. Pour cela, on chauffe le porte-verre à $60-80^\circ$, on l'enduit de la colle et on applique la coque sclérale en faisant extrêmement attention à bien centrer le repère de l'axe optique. La colle refroidie, on place l'ensemble sur l'axe du tour et on noircit le sommet de la coque au crayon gras . On met l'outil-diamant au rayon R_a et on le rapproche très progressivement vers la coque, sous le contrôle d'une loupe . On met le comparateur d'épaisseur au zéro dès qu'on voit des particules de crayon gras sur la pointe du diamant . On ramène le bras de la machine vers soi, on avance légèrement le chariot et on attaque la matière de la périphérie vers le centre, en repoussant le bras d'un mouvement régulier . On diminue l'épaisseur de la matière de $5/100$ mm et, à l'approche de l'épaisseur finale, de $2/100$ mm à chaque passe. La dernière passe s'effectue par un mouvement très lent du bras en accélérant la vitesse de rotation du tour, ce qui permet d'obtenir une excellente surface de coupe, facile à polir sans modifier le rayon découpé .

Le détournage entraîne la formation à la périphérie de la zone optique d'une arête qu'il faut détruire avec l'outil - diamant mis à un grand rayon de l'ordre de $12-13$ mm . Cette manoeuvre se fait sous contrôle à la loupe et, pour la faciliter, on marque préalablement l'arête au crayon gras . Quand l'arête est très prononcée, en cas de forte myopie par exemple, on est obligé d'adoucir le rebord résiduel à la pointe "mieget", puis au feutre à polir, après avoir protégé l'optique avec une rondelle autocollante .

La retouche périphérique terminée, on pose le verre scléral, toujours "glanté" sur le même porte-verre, sur l'arbre du tour de la polisseuse automatique. D'autre part, sur touret, on met avec un gabarit convexe, le polissoir au rayon de courbure R_a et on enlève au bistouris la périphérie de sa surface de façon à laisser un diamètre égal au demi-diamètre de la zone optique à polir . La

machine-outil encore à l'arrêt, on règle la course du porte-outil de sorte que le polissoir ne puisse pas dépasser les limites de l'optique du verre et on imbibe le polissoir de pâte à polir. On fait tourner le tour à faible vitesse et on met le porte-outil en marche pour vérifier la bonne tenue du polissoir sur le verre. Puis on augmente progressivement la vitesse du tour jusqu'à la limite de giclage de la pâte à polir . L'arrêt se fait automatiquement grâce à une minuterie. Le temps de polissage moyen avec la machine que nous possédons est de l'ordre de deux à trois minutes .

On décolle le verre de son support et on le nettoie à l'essence . La surface polie est contrôlée à la loupe par l'étude du reflet d'une lampe à incandescence et au biomicroscope . Le contrôle des rayons de courbure et de leur constance sur toute la surface réalisée est indispensable, il est fait au kératomètre .

Q U A T R I E M E S E A N C E

Cette séance, normalement la dernière avant la remise du verre soléral au sujet, est destinée en principe au contrôle de l'optique qui vient d'être réalisée . Mais on profitera de cette occasion pour vérifier, une fois de plus, la bonne adaptation de la coque : tolérance subjective du verre posé sur l'oeil non anesthésié, image fluoroscopique .

CONTROLE DE L' OPTIQUE

Nous sommes maintenant en présence d'un verre soléral définitif qui est sensé assurer une correction optique satisfaisante. Mais une fois le verre mis en place, on s'aperçoit souvent qu'il existe des erreurs de correction pouvant, dans les cas extrêmes, aller jusqu'à une dioptrie . Il faut reconnaître que, dans nos calculs, nous avons été obligés d'admettre certaines imprécisions et en particulier dans la mesure de la distance verre-oeil et dans le calcul de la puissance des larmes, car leur épaisseur est inconnue et l'indice moyen de réfraction des larmes n'est pas forcément celui du sujet . Ces imprécisions sont la cause des discordances fréquentes entre le calcul théorique et le résultat pratique .

Il se révèle donc souvent nécessaire de faire une deuxième optique compte tenu de la réfraction additive . Pour cela, on procède de la façon suivante . Une fois la réfraction additionnelle déterminée, on contrôle au kératomètre le rayon (R_a) de la première optique et on recherche la puissance correspondante à l'aide de la règle à calcul, dont l'indicateur d'épaisseur est placé au zéro, ou du tableau de correspondances pour le plastique, entre puissances et rayons . On ajoute la puissance additionnelle à cette puissance et on trouve de la même façon le nouveau (R_a) correspondant à cette somme. La nouvelle optique réalisée avec le rayon ainsi trouvé est généralement satisfaisante . Bien entendu, lors de la construction de cette deuxième optique, il faut faire très attention

pour enlever le moins de matière possible au centre (moins de 10/100) afin de ne pas changer sensiblement l'épaisseur et garder ainsi toute valeur aux calculs .

Exemple : La première optique a un Rayon $R_a = 8,10$ mm, la réfraction additionnelle = + 1 dioptrie . La puissance correspondante au $R_a = 8,10$ est de 60,50 dioptries. La somme des puissances = + 60,50 + 1 = 61,50 dioptries et le nouveau rayon R_a sera de 7,97 mm.

RECOMMANDATIONS

Le verre scléral donnant toute satisfaction est remis entre les mains de l'utilisateur, après lui avoir appris à le poser et à l'enlever. Une hygiène stricte est indispensable : le verre doit être manipulé avec des mains propres, conservé dans une boîte maintenue propre et nettoyé chaque jour avec un tissu de fil doux ne s'effilochant pas. En outre, on prescrit un produit pour nettoyer les verres et une solution tampon spéciale pour verres de contact dont une goutte sera mise sur le verre avant chaque pose : un verre ne doit jamais être posé "à sec" . La durée du port, de deux heures par jour au début, augmentera de deux heures par jour chaque semaine. Il faut obligatoirement revoir le sujet pour un contrôle médical la première fois, quand il atteint 4 à 6 heures de port quotidien, la deuxième, quand il atteint 10 à 12 heures, et par la suite, systématiquement, au moins une fois par an .

SURVEILLANCE
DE
L'ADAPTATION

La surveillance ultérieure systématique du sujet, porteur de verres scléraux, est un temps très important de l'adaptation . Chaque consultation comportera en dehors de l'interrogatoire sur la durée du port quotidien de verres et sur les impressions subjectives (tolérance, confort visuel, etc.) et le contrôle de l'acuité visuelle, un examen de l'adaptation par fluoroscopie et de l'état de la cornée par biomicroscopie . Le médecin profitera évidemment de ces visites pour surveiller d'une façon plus générale l'état oculaire du sujet .

CONTROLE DE L'ADAPTATION PAR FLUOROSCOPIE

Par définition, un verre scléral bien adapté donne une parfaite fluorescence de toute la région cornéenne et limbique jusqu'à une distance périphérique de l'ordre de 2 mm du limbe. Notion capitale, cette fluorescence globale doit être obtenue dans les 30 secondes suivant l'instillation d'une goutte de fluoresceïne à 2 p.100, le sujet devant cligner assez rapidement pendant cette période . On surveillera donc attentivement l'évolution de la fluorescence pendant ce temps pour déceler tout retard possible .

Un ralentissement de l'apparition de la fluorescence doit faire penser soit à un excès de viscosité des larmes, soit à leur sécrétion insuffisante, soit encore à un mauvais fonctionnement du système d'aération . Cette troisième éventualité étant la plus fréquente, on commencera par vérifier l'orifice d'aération, qui se bouche facilement . Il est indispensable de signaler ce fait à l'utilisateur et de lui conseiller de nettoyer cet orifice avec un cure-dents en plastique et de ne jamais utiliser d'instrument métallique. Si l'orifice

fonctionne bien, mais que la fluorescence ne s'obtient pas dans un bon délai, il ne faut pas hésiter à augmenter le diamètre de l'orifice, opération fréquemment nécessaire chez les aphaques, dont les larmes sont riches en graisses et en muco-polysaccharides .

Il est exceptionnel de retrouver dans les semaines suivant l'adaptation des zones de pression haptique .

Par contre, on constate souvent un appui cornéen central qui oblige à recreuser le dégagement central de 3 - 8/100 mm avec un rodoir de même rayon (Ro). Ces retouches du dégagement doivent être discrètes, car tout excès entraîne l'apparition d'une bulle d'air, très souvent gênante sur le plan optique et pouvant entraîner une dessiccation néfaste pour l'épithélium cornéen .

Toujours dans les semaines suivant l'adaptation, on peut voir apparaître subitement une très grosse bulle d'air qui doit faire penser à deux causes . La première - une irritation avec oedème conjonctival due à un polissage insuffisant d'une partie du verre, à son mauvais nettoyage par le sujet ou à la présence de peluche d'un tissu de nettoyage mal choisi. La seconde cause - une allergie avec le plus souvent une sensation d'échauffement et de prurit, nécessite une enquête allergologique approfondie et, éventuellement, un essai de désensibilisation, malheureusement pas toujours efficace et n'empêchant pas à tous les coups l'abandon du port de verres scléraux.

- Le "froth" correspond à une multiplication importante de la bulle d'air qui, en se fractionnant, se répartit sur toute la région cornéenne ou, plus rarement, seulement sur une de ses parties, diminuant d'une façon importante l'acuité visuelle du sujet et entraînant de l'éblouissement . Dernier élément, ce trouble visuel persiste après l'ablation de la coque et impressionne fortement le sujet. L'étiologie mécanique de ce phénomène n'est pas bien connue . Il s'y associe assez souvent une insuffisance de ventilation et un excès du dégagement limbique . On trouve en cas de "froth" une épaisseur insuffisante des larmes au centre, soit parce que le Ro est trop plat par rapport au rayon cornéen, soit qu'il se produit un bombement cornéen dû, le plus souvent, à une pression de la coque sur la sclère .

Il faut avant tout améliorer la ventilation, quitte à réaliser des canaux ou un deuxième orifice d'aération, et en cas de pression sclérale, même minime, la supprimer en creusant légèrement la zone correspondante à la pointe "midget". Ce n'est qu'en dernier lieu qu'on se résoudra à recreuser le dégagement central au risque d'augmenter l'étendue de la bulle d'air, nouvelle cause de gêne pour le sujet .

- Les sécrétions grasses sont très fréquentes au début du port des coques sclérales, surtout chez les opérés et chez certains bléharitiques moeboniens . Elles évoluent normalement vers la régression, facilitée par la conservation des coques en milieu humide la nuit . Si ce n'est pas le cas, on doit suspecter une irritation par la coque : mauvais polissage d'une région ou d'un bord, pression limbique indésirable . Les retouches appropriées doivent amener une disparition de cette complication. S'il n'en est pas ainsi, il faut conseiller une thérapeutique adjuvante . Localement : collyre détergent (ammonium quaternaire), collyre lipidolytique (héparine), collyre protecteur tampon (méthyl-cellulose). Par voie générale : vitamines améliorant l'état des muqueuses (Vitamine A, complexe de Vitamines B), vitamines améliorant le film pré-lacrymal (Vitamine E), produits réduisant la sécrétion des cellules à mucus (alpha-chymotrypsine).

SURVEILLANCE DE LA CORNÉE

AU BIOMICROSCOPE

Le biomicroscope peut servir au contrôle de l'adaptation et la finesse de l'examen peut être utile pour préciser certains aspects de la fluorescence macroscopique. Mais son rôle primordial réside dans la surveillance de l'état de la cornée, surveillance absolument indispensable chez tout porteur de verres .

Trois sortes de lésions cornéennes peuvent être ainsi décelées : oedèmes, érosions et néo-vascularisations .

1.- O E D È M E

C'est un symptôme qui accompagne fréquemment l'adaptation et ne présente aucune gravité s'il est découvert dès le début . Subjectivement, le patient accuse, au bout d'un certain nombre d'heures de port, une impression de brume autour des des sources lumineuses .

Le biomicroscope montre une lactescence localisée du stroma, souvent sous-épithéliale près du sommet . Cet oedème peut s'accompagner d'une hypoesthésie cornéenne . Il est visible à la skiascopie . L'ophtalmométrie le décèle sous forme d'un bombement du rayon cornéen d'origine . Dans tous les cas, il est important de vérifier l'intégrité de l'épithélium et l'absence d'oedème de la région pré-limbique .

L'oedème est un signe de souffrance tissulaire soit par blocage mécanique au niveau du limbe, voire de la sclère, soit par insuffisance de sécrétion lacrymale . Le diagnostic posé et la cause supprimée, on arrêtera la progression du nombre d'heures de port journalier au stade où apparaît l'oedème .

2.- E R O S I O N S

Elles se présentent sous l'aspect d'un fin piqueté ou de plaques plus ou moins étendues accrochant la fluoresceine . Muettes dans la majorité des cas, les érosions sont presque toujours une découverte d'examen systématique au biomicroscope . La mise en évidence à la fluoroscopie d'une zone de pression ou d'une bulle d'air fixe laisse, dans certains cas, prévoir leur existence . Mais parfois une photophobie, une rougeur conjonctivale, un larmoiement et une augmentation de la fréquence du clignement alarment le sujet et l'amènent à consulter en dehors des visites systématiques .

C'est en général une complication bénigne qui régresse rapidement avec un petit traitement cicatrisant et désinfectant local dès qu'on supprime la cause . Il s'agit de plus souvent d'un défaut de la coque (zone de pression, mauvais

polissage, bulle d'air fixe qui entraîne une dessiccation cornéenne ...) . Mais un corps étranger entre le verre et la cornée, des produits caustiques utilisés pour nettoyer la prothèse ou une corticothérapie intempestive peuvent également être à l'origine de ces lésions .

En plus, une fragilité épithéliale excessive ou une insuffisance marquée de la sécrétion lacrymale sont des facteurs favorisant l'apparition de ces lésions cornéennes . Remarquons cependant que ces états, contre-indication formelle au port des lentilles de contact, peuvent être compatibles avec une bonne tolérance des verres scléraux moyennant quelques précautions. En cas de fragilité épithéliale, il faudra prescrire localement une hormone trophique du pancréas et par voie général de la vitamine B 12 à fortes doses (5.000 à 10.000 gamma) et dans les cas extrêmes une cure d'un extrait de *Centella Asiatica* (24 injections à raison de trois par semaine). Une insuffisance lacrymale, vérifiée au test de SCHIRMER, sera supplée par l'instillation de quelques gouttes de méthyl-cellulose plusieurs fois par jour .

Par contre, une érosion négligée, entretenue par des microtraumatismes répétés d'une coque imparfaite, finira à la longue par s'étendre en profondeur et former une taie irrémédiable. Une infection surajoutée peut assombrir le tableau.

Signalons une forme un peu particulière - la grande érosion hyperalgique. Un sujet fait appel d'urgence au médecin parce qu'il a été réveillé dans la nuit par une douleur intense et s'affole de voir trouble. Il s'agit presque toujours d'un porteur de verre en voie d'équipement, non encore contrôlé qui, la veille de l'accident, passe brusquement de 2 à 3 heures à un port constant des verres. En effet, en plus de la photophobie, de l'injection périkeratique, du larmoiement, il y a un blépharospasme et on note que la pupille est en myosis et que l'acuité visuelle a baissé. La biomicroscopie montre une large zone de dépoli prenant la fluoresceine . Devant ce tableau, on instituera d'emblée une thérapeutique locale associant analgésiques, mydriatiques, cicatrisants et antibiotiques.

Le sujet gardera la chambre pendant 24-48 heures et portera ensuite des lunettes teintées . Revu 6-8 jours après, le patient est guéri et peut reprendre l'adaptation à son début .

3.- NEOVASCULARISATIONS

Cette complication des verres scléraux est le résultat de l'asphyxie chronique d'une zone cornéenne due à la présence continuelle d'une bulle d'air fixe à cet endroit . Au début, la néovascularisation est toujours une découverte biomicroscopique . Négligée, elle s'étend de plus en plus, s'organise en une taie cornéenne et peut occasionner une gêne visuelle irréversible à ce stade . Prise au début, elle régresse sans séquelles par suppression temporaire de la prothèse et corticothérapie locale . La coque ne sera remise au sujet qu'après avoir subi les retouches indispensables, bien entendu. Signalons qu'un oeil traumatisé, souvent déjà le siège de néovascularisation, est un terrain favorable à ce genre d'incidents et doit être spécialement surveillé de ce côté .

Notons, pour conclure, que ces complications sont tout à fait exceptionnelles et parfaitement anodines chez les sujets régulièrement surveillés, à condition, bien entendu, que le verre soit bien adapté et porté dans les conditions d'hygiène voulues .

CONCLUSION

.....

Le verre scléral moulé est dans un certain nombre de cas le seul moyen de correction optique. Malheureusement, son usage est actuellement peu répandu en France . Il nous paraît donc important de contribuer à sa plus large diffusion et de faire connaître les moyens de son exécution .

Il est admis que le moulage de l'oeil sur le vivant ne peut être fait que par un médecin . Nous croyons avoir démontré que l'adaptation et la surveillance d'un équipement sont également de son ressort exclusif . Le médecin aurait pu, à la rigueur, confier à l'extérieur la fabrication de la " coque sclérale brute " et ses retouches après chaque essai. Mais l'expérience montre que ceci multiplie les séances d'essai, prolonge inutilement la période d'adaptation, d'autant plus qu'on est parfois obligé de refaire le moulage, et risque de décourager à la fois le patient et le médecin . Il nous semble donc que l'ophtalmologue a intérêt à tout faire sur place, la réalisation de la coque et ses retouches étant relativement faciles avec un peu d'habitude .

Dans l'espoir d'aider l'ophtalmologue à mieux connaître cette technique, nous avons apporté dans ce travail l'expérience acquise par l'équipe du Dr. P. COCHET dans la Clinique Ophtalmologique du Professeur G. OFFRET à l'HOTEL - DIEU de PARIS, en décrivant en détail les étapes successives de la réalisation complète d'un verre scléral définitif .

VU et PERMIS d'IMPRIMER :

Le DOYEN de la FACULTE
de MEDECINE de PARIS :

Le PRESIDENT de la THESE :

G. BROUET

G. OFFRET

Le RECTEUR de l'ACADEMIE de PARIS :

J. ROCHE

BIBLIOGRAPHIE

BONNET R. - La topographie cornéenne et l'adaptation des lentilles de cornée.

Desroches N. Edit. PARIS , 1964.

BONNET R., GERHARD J.P., MASSIN M.

Les verres de contact .

Bull. Soc. Ophtal. France, 1966 - N° spécial - Rapport annuel.

BRONNER A., GERHARD J.P.

Verres de contact et lentilles précornéennes .

Bull. Soc. Ophtal. France .1958 - 7-8.

BRONSTEIN J. La topographie cornéenne et son utilisation en pratique ophtalmologique .

Thèse PARIS, 1967.

COCHET P. Problèmes médicaux posés par l'adaptation et le port des verres de contact .

Ann. Oculist. 1957, 190 N°6, 401-416.

COCHET P. Sensibilité cornéenne et verres de contact .

Le Contact 1963, 12.

COCHET P. Erosions cornéennes .

Les Cahiers des verres de contact 1964, N°3, 5-10.

COCHET P. Les lentilles souples ou Gektakt

Conférences d'Optique médicale (FAURE) - 1968, N°4

COCHET P., MARECHAL-COURTOIS C., PRIJOT E.

Les verres de contact .

Bull. Soc. Belge Ophtal. 1967, 145, N° 1 - 2

CSAPODY Von I.

Abgüsse der lebenden Augapfeloberfläche für
Verordnung von Kontaktgläsern.

Klin. Mbl. Augenheilk. 1929, 82, 818.

DALLOS J. Über den Einfluss der Forme der Haftgläser auf
ihren Korrektionswert.

Klin. Mbl. Augenheilk. 1932, 89, 108.

DALLOS J. Über Haftgläser und Kontaktschalen .

Klin. Mbl. Augenheilk. 1933, 91, 640-659.

DUDRAGNE R.A. Théorie et adaptation des verres de contact .

Ed. Scient. Ribor. PARIS, 1951.

FICK A.E. Eine Contactbrille .

Arch. f. Augenheilk, 1888 - 18 - 279-289.

HAAS E. Les verres de contact .

Bull. Soc. Ophtal. Paris, 1937, 74-76.

KREIS F., COTTEREAU R., GRANPERRET A., COCHET P.

Le moulage oculaire et la réalisation de la
coque sclérale théorique .

Arch. Ophtal. PARIS, 1968, 28, N°5, 521-532.

MARRIOTT P.J. An analysis of the global contours and haptic
contact lens fitting .

The Brit. J. of Physiol.Optics 1966, 23, N°1

- MULLER A. Brillengläser und Hornhautlinsen
Thèse KIEL, 1889.
- OBRIG T.E., SALVATORI P.L.
Contact lenses .
The Chilton C° PHILADELPHIE 1957, 3ème Ed.
- OLIVIER H.R., COCHET P.
Allergie et verres de contact .
Les Cahiers des verres de contact 1966,
N° 8, 2 - 9.
- POLLER A. Verfahren zum Abformen .
Urban und Schwarzenberg 1931.
- PRISTER B. I vetri adosi ed il calco del segmento anterior
del bulbo .
Boll. d'Oculistica 1933, 12, N°2 149-160.
- RIDLEY F. Les verres de contact. Le rôle de l'ophtalmo-
logiste .
Proc. Roy. Soc. Med. 1964, 57, N°1 , 27-36.
-

